This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Stanford University Libraries
3 6105 000 642 939

530.5
A

ANNALEN

DER

PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG, MITGLIED D. KÖN. GESS. D. WISS. ZU HARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GES. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GES. D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. JABLONOWSKY'SCHEN GES. ZU LEIPZIG, D. ÖKONOM. GESS. ZU DRESDEN U. ZU POTSDAM, D. MINERALOG. GESS. ZU DRESDEN U. ZU JENA, U. D. PHYS. GESS. ZU FRANKFURT, GRÖNINGEN, HALLE, MARBURG UND ROSTOCK, UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. DER WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. AKADEMIEEN DER WISS. ZU AMSTERDAM, BERLIN U. ZU MÜNCHEN, UND DER KÖN. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

SIEBEN UND SECHZIGSTER BAND.

NEBST ACHT KUPFERTAFELN.

LEIPZIG

BEI JOH. AMBROSIUS BARTH

1821.

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND DER

PHYSIKALISCHEN CHEMIE.

STANFORD LIBRARY

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG, MITGLIED D. KÖN. GESS. D. WISS. ZU HARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GES. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GES. D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. JABLONOWSKY'SCHEN GES. ZU LEIPZIG, D. ÖKONOM. GESS. ZU DRESDEN U. ZU POTSDAM, D. MINERALOG. GESS. ZU DRESDEN U. ZU JENA, U. D. PHYS. GES. ZU FRANKFURT, GRÖNINGEN, HALLE, MARBURG U. ROSTOCK, UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. DER WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. AKADEMIEEN DER WISS. ZU AMSTERDAM, BERLIN U. ZU MÜNCHEN, UND DER KÖN. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

SIEBENTER BAND.

NEBST ACHT KUPFERTAFELN.

LEIPZIG

BEI JOH. AMBROSIUS BARTH

1821.

STANFORD LIBRARY

142562

Inhalt.

Jahrgang 1821. Band 7.

Erſtes Stück.

I. Bemerkungen über die Natur und die Urſachen des Nordlichts; von Biot, Prof. d. Phyſ. an der Pariſer Univerſ. Eine Vorleſung gehalten in der öffentl. Sitzung d. vier pariſ. Akad. d. 24 Apr. 1820. Frei bearbeitet und mit einigen Anmerkungen von Gilbert. *Erſte Hälfte* . Seite 1.

1. Aeltere Hypotheſen vom Nordlichte 2
2. Magnetiſche und electriſche Theorie 6
3. Dalton's magnetiſch-electriſche Theorie 15
4. Höhe und Geräuſch des Nordlichts 27
5. Nochmaliger Ueberblick der Theorie 33

Nachſchrift von Gilbert 41

II. Einiges von Nordlichtern aus Lappland und aus Norwegen, von Gilbert 44

III. Beſchreibung der Dampfmaſchine, welche auf der kön. preuſs Eiſengieſserei bei Berlin das Cylinder-Gebläſe in der neuen Cupolo-Hütte betreibt; von dem Ob. Bg. Amts Refer. Brömel in Berlin, mit 2 Kupfertafeln 49

Allgemeine Ueberſicht der Maſchine 51

Nähere Beſchreibung 54
Effect und Koſten 75

IV. Anſichten über den Magnetismus und deſſen Ableitung aus der Electricität, von dem Reg.-R. J. J. Prechtel, Direct. d. polyt. Inſt. in Wien 81

V. Bericht von der Sitzung der Allgemeinen Schweizeriſchen Geſellſchaft für die Naturwiſſenſchaften, welche zu Genf. unter Hrn Prof Pictets Präſidium, am 25 bis 28 Juli 1820 gehalten worden. Ein freier Auszug des für Phyſik und Chemie Intereſſanten 91

VI. Erklärung des Hrn Mechanikus Liebherr in München, über eine in dieſen Annalen J. 1820 St. 7 S. 329 enthaltene Nachricht, die von Reichenbach'ſche Werkſtätte betreffend 109

VII. Sprengen von Eis 111

VIII. Eine von der kön. Societät der Wiſſ. zu Göttingen für den Juli 1821 aufgegebene ökonomiſche Preisfrage 112

IX. Meteorologiſches Tagebuch der Sternwarte zu Halle, geführt vom Obſervator Dr. Winkler, Monat Januar 1821.

Zweites Stück.

I. Ueber die gegenſeitige Wirkung, welche auf einander ausüben zwei electriſche Ströme, ein electriſcher Strom und ein Magnet oder die Erdkugel, und zwei Magnete; von Ampère, Mitgl. d. Ak. d. Wiſſenſch. in Paris. Frei bearbeit von Gilbert. *Erſte Hälfte* vorgel. d. 2 Oct. 1820, mit einigen ſpäteren Einſchaltungen Seite 113

Einleitung 115

Gegenſ. Wirkung zweier electr. Ströme auf einander 126

Gegenſ. Wirkung eines electr. Stroms u. eines Magnets 136

Magnetismus der Erde; eine neue Hypotheſe zur Erklärung deſſelben 147

Reſultate 155

II. Verſuche über die Wirkung der Voltaiſchen Säule auf die Magnetnadel, von Boisgiraud d. Aelt., an d. Mil. Schule von St. Cyr zu Paris. Frei ausgezogen von Gilbert 164

III. Betrachtungen über die Natur und die Urſachen des Nordlichts, von Biot. Frei bearb. mit Anmerkungen von Gilbert.

Zweite Hälfte. Woher rührt die Materie des Nordlichts? 173

IV. Verdunkelung der Luft in Nordamerika, und ſchwarzer Regen zu Montreal in Kanada, am 23 Nov. 1819 187

V. Ein Nordlicht geſehen zu Glasgow am 19 Sept. 1817, von Ch. Dupin, Mitgl. d. franz. Inſt. 189

VI. Das Schwungrad am Berghaſpel betreffend, von dem Bg. C. Rath von Buſſe in Freiberg 193

VII. Graf Buquoy an Prof. Gilbert in Leipzig (eine Entdeckung in der Analyſis betreffend) 202

VIII. Reſultate aus den zu Karlsruhe angeſtellten Witterungs-Beobachtungen vom J. 1819 und den 19 vorhergehenden Jahren, von dem Hofrath Böckmann, Prof. d. Phyſik 204

IX. Einige meteorologiſche Bemerkungen von Herrn Caſtellani in Turin 212

X. Einige Höhenmeſſungen aus Steiermark, vom Prof. Kulik in Grätz 215

XI. Verdunkelung der Luft und ſchwarzer Regen in Kanada, und Seiden-Regen in Braſilien 218

XII. Auszüge aus Briefen den electriſchen Magnetismus und eine Feuerkugel (12 Febr. 1821) betreff.

1) Von Hrn Prof. Erman in Berlin 220

2) Von Hrn Reg. R. Prechtl, Dir. d. pol. Inſt. in Wien 221

3) Von Hrn Hofrath Döbereiner in Jena 223

4) Von Hrn Prof. Brandes in Breslau 224

Meteorologiſches Tagebuch der Sternwarte zu Halle, geführt von dem Obſervator Dr. Winkler, Monat Januar 1821.

Drittes Stück.

I. Ueber die gegenseitigen Wirkungen, welche auf einander ausüben zwei electrische Ströme, ein electrischer Strom und ein Magnet oder die Erdkugel, und zwei Magnete; von Ampère, Mtgl. d. Ak. d. W. in Paris. Frei bearbeitet von Gilbert.

Zweite Hälfte. Seite 225

Nachbildung eines Magnets durch electrische Ströme, und Berechnung 227

Electrische Ströme werden durch den Erd-Magnetismus nach den magnetischen Weltgegenden gerichtet, und der Neigungsnadel entsprechend 249

Erklärung der Figuren auf den vier Kupfertafeln 257

II. Ueber die wahre Beschaffenheit des magnetischen Zustandes des Schliefsungs-Drahtes in der Voltaischen Säule, von dem Reg. Rath Prechtl, Direct. des polyt. Inst. in Wien 259

III. Ueber die Vergleichung der Barometerstände zu Genf und auf dem St. Bernhardsberge, von D'Aubuisson, Ingen. en chef des mines zu Toulouse. Frei übersetzt von Gilbert 277

1. Einfluss der Temperatur der Luft auf den Gang des Barometers, und Formel zur Correction wegen desselben 278

2. Anwendung auf die Beobachtungen auf dem St. Bernhardsberge, und Folgerungen 287

IV. Ueber die Bewegungen des Barometers zu Berlin, von Leop. von Buch, Kh., M. d. Berl. Ak. d. W. 294

Mittlere Barometerhöhe in Berlin 295
Monatliche Variationen derſelben 297
Mittlerer Stand bei verſchiedenen Winden 303
bei Regen und bei Schnee 307

V. Worauf beruht das Magnetiſch-werden des Eiſens bei mechaniſcher Behandlung und beim Ablöſchen deſſelben? von Dr. Pönitz, Arzt in Dresden 319

VI. Eine auffallende Beziehung zwiſchen den Erſcheinungen des Magnetismus, Galvanismus und Phytoismus, nebſt einem Vorſchlag zu einem belehrenden Verſuch vom Grafen Georg von Bucquoy in Prag 325

VII. Phyſikaliſch-chemiſche Bemerkungen von Prof. Döbereiner in Jena 331

(Entoptiſche Farben; Electricität durch Detoniren; Hauptbeſtandtheil des Saalfelder ſchwarzen Erdkobalts; Wirkung concentrirter Schwefelſäure auf Eiſen-blauſaures Kali; ein vorgeblich neues feſtes Alkali des Harnes.)

VIII. Ueber das Geräuſch beim Nordlichte; von dem Pred. Dr. Winkler zu Altenburg 336

Meteorologiſches Tagebuch der Sternwarte zu Halle, geführt von dem Obſervator Dr. Winckler, Monat Februar 1821.

Viertes Stück.

I. Unterſuchung eines in Kurland, im Dünaburg'ſchen Kreiſe, am 30 Juni (12 Juli) 1820 herabgefallenen Meteorſteins, von Theodor von Grotthuss, (mit einer Abbildung) Seite 337

1. Geſchichtliches 337
2. Aphorismen, den Steinregen im Allgemeinen betreffend 342
3. Aeuſsere Beſchaffenheit und phyſikaliſche Merkmale 342
4. Chemiſche Prüfung der vom Magnet angezogenen Metalltheile 353
5. Analyſe des Dünaburger Meteorſteins 356

Zuſatz. Von dem Kurländiſchen meteoriſchen Papiere aus dem J. 1686, und von einem Finnländiſchen Meteorſteine von 1813 369

II. Verſuche über die Einwirkung der galvaniſchen Electricität auf die Magnetnadel, mit dem von Hrn Prof. Gilbert angegebenen Apparate; vom Conſ. Secr. Bechſtein in Altenburg 371

III. Des Profeſſors Erman in Berlin Unterſuchungen über den Magnetismus des geſchloſſenen Voltaiſchen Kreiſes, frei und prüfend dargeſtellt von Gilbert 382

1. Verſuche mit dem Rotations-Apparate, und electriſch magnetiſche Figuren 386
2. Verſuche mit einer Neigungs-Nadel 400
3. Theorie diagonaloïder Polariſation 405
4. Verſuche mit der Abweichungs-Nadel, und weitere Ausbildung der Theorie diagonaloïder Polariſation 412
5. Ein electriſch-magnetiſcher Condenſator 422

IV. Verſuche mit dem electriſch-magnetiſchen Multiplicator, und über Hrn Reg. Rath Prechtls Entdeckung, von Raſchig, Gen. Staabs Arzt und Prof. der Phyſik in Dresden 427

V. Ueber barometriſche Wind-Roſen, von Leopold von Buch, k. Khrn. 437

Meteorologiſches Tagebuch der Sternwarte zu Halle, geführt vom Obſervator Dr. Winkler, Monat März 1821.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1821, ERSTES STÜCK.

I.

Betrachtungen über die Natur und die Urſachen des Nordlichts;

von Biot in Paris.

(E. Vorleſ. gehalt. in d. öffentl. Sitz. d. vier pariſ. Akad. d. 24 April 1820)

Frei bearbeitet und mit einigen Anmerkungen von Gilbert *).

Das Nordlicht iſt ein leuchtendes Meteor, welches zufällig Nachts am nördlichen Himmel, bald als ein unbeſtimmter der Morgenröthe ähnlicher Schein nahe am Horizonte, bald als eine dichte dunkle Wolke erſcheint, von der Raketen ähnliche Strahlen phos-

*) Nach drei Stücken des *Journal des Savans*; die Rubriken rühren von mir her, die Urſchrift hat ſie nicht. Ich hoffe es ſey mir gelungen im Deutſchen Hrn. Biot's geiſtreichen Vortrag frei ſo wieder zu geben, wie es ſich zum Vorleſen in einer gemiſchten Verſammlung in den ernſten und in den ſchönen Wiſſenſchaften ausgezeichneter Männer ziemt, und lade meine Leſer ein, damit eine Probe durch Vorleſen dieſes Auf-

phoriſchen Lichtes ausgehen *), welche die Atmoſphäre in einem Augenblicke durchfliegen und erhellen. Ueber die Urſach einer ſo merkwürdigen Erſcheinung konnte es an Vermuthungen nicht fehlen; auch haben wir deren eine Menge, von Gelehrten wie von Unwiſſenden erhalten, ſie tragen aber insgeſammt mehr oder weniger den Abdruck der Vorurtheile, welche zu ihren Zeiten unter dem Volke und in den Wiſſenſchaften herrſchten. Unter den Alten, die auf das gröbſte abergläubiſch waren, galten dieſe am nördlichen Himmel hinfliegenden Feuer für kämpfende Heere, und ihr Erſcheinen für Unglück verkündend. Erſt ſeitdem man vor etwa zwei Jahrhunderten beobachten gelernt hatte, und nun, zu Newton's und Halley's Zeit, das Nordlicht nach langem Ausbleiben in unſern Gegenden Europas wieder häufiger zu erſcheinen anfing, iſt es ein Gegenſtand der Beobachtung für die Phyſiker, und ein bewundertes Schauſpiel für alle geworden.

1. Aeltere Hypotheſen vom Nordlichte.

Der berühmte Aſtronom Halley, der zuerſt die Erſcheinungen des Magnetismus der Erde zuſammen gefaſst und zu erklären verſucht hat, ſchrieb das Nordlicht den Wirbeln der magnetiſchen Materie zu, welche nach Descartes Ideen beſtändig die Erde von Süden nach Norden mit ungeheurer Geſchwindigkeit durch-

ſatzes in gemiſchter Geſellſchaft ihrer Kreiſe zu machen; denn an den öffentlichen Vorleſungen in den Pariſer Akademien nehmen auch gebildete Frauenzimmer ſtets Antheil. *Gilb.*

*) *d'où partent des fuſées phosphoriques.*

ſtrömen, und da, wo ſie aus ihr austreten von ſelbſt oder durch irdiſche Stoffe, die ſie mit fortreiſsen, leuchtend werden ſollten *). Späterhin gab man indeſs dieſe Wirbel auf, deren Wirklichkeit durch nichts dargethan war; und als die neuere Chemie bis dahin unbekannte Erſcheinungen von Verbrennen und Detoniren kennen gelehrt hatte, wollte man das Nordlicht einem freiwilligen Verbrennen ſalpetriger oder ſchwefliger, aus der Erde aufſteigender Dünſte zuſchreiben; man konnte dieſe jedoch nicht nachweiſen, und die Meinung widerlegte ſich von ſelbſt, als man die einzelnen Umſtände der Erſcheinung des Nordlichts damit verglich.

Eine gelehrte, oder vielmehr verwickelte Hypotheſe, welche ſehr berühmt geworden iſt, rührt von Mairan her, der ſie in ſeinem Werke von dem Nordlichte aufſtellte. Die Aſtronomen hatten damals entdeckt, daſs um die Sonne ein höchſt feiner leuchtender Dünſt vorhanden iſt, der die

*) Ein groſses Nordlicht, das am 6 März 1716 erſchien, wurde von Halley in London, und von Cotes in Cambridge beobachtet, und von beiden in den *Philoſophical Transactions* (von erſterem in No. 347 S. 406, von letzterem in No. 365 S. 66) beſchrieben; und dieſes ſind die erſten genauen Beobachtungen, welche wir von einem Nordlichte haben. Halley hatte ſich viel mit den Meteoren beſchäftigt, und dennoch pries er ſich glücklich, dieſes beobachtet zu haben, da ihm ein ſolches noch nicht vorgekommen ſey; ein Beweis, daſs ſie damals wenigſtens ſehr ſelten waren. Cotes führt indeſs ein anderes Nordlicht an, das er vor acht Jahren beobachtet habe, alſo im J. 1707, aus welchem Jahre ſich ebenfalls Beobachtungen von Nordlicht, die Römer in Copenhagen [am 1 Febr.] gemacht hatte, in den *Miscellan. Berolinenſ.* t. 1, finden; [dort auch

Geſtalt einer flachen Linſe hat, welche ſo läge, daſs ſich ihr Rand in der Ebene des Sonnen-Aequators befände, und deſſen ſichtbare Gränzen ſich weit über die Bahnen des Merkur und der Venus hinaus erſtrecken. Man nennt dieſen leuchtenden Dunſt das Zodiakal-Licht, und Dominicus Caſſini war der erſte, der ihn bemerkt hat, im J. 1683. Mairan zu Folge wird das Nordlicht aus einzelnen Haufen dieſes Dunſtes gebildet, denen die Erde bei ihrem Umlauf um die Sonne begegnet, und die ſie mit ſich fortführt. Es macht in dieſer Hypotheſe groſse Schwierigkeit, den Dunſt nach den Polen gelangen zu laſſen, um von da aus ſich durch die Atmoſphäre mit der groſsen Geſchwindigkeit zu bewegen, welche die Strahlen des Nordlichts oft zu haben ſcheinen, und ihnen dennoch die Regelmäſsigkeit zu erhalten, mit der ſie ſich faſt immer zeigen. Mairan beſaſs jedoch viel Geiſt und verband damit eine unerſchütterliche Halsſtarrigkeit, ſo daſs er ſich durch die

eine Nachricht Leibnitzen's von einem am 6 März 1707 zu Berlin beobachteten Nordlichte, das aus zwei genau nach Norden gerichteten concentriſchen Bogen beſtand. *G.*] Frühere Nachrichten von Erſcheinungen von Nordlichtern kommen erſt wieder aus dem J. 1686, und 3 oder 4 Jahr vorher, und dann erſt wieder aus dem J. 1621 vor. Im letzten Jahre war das berühmte von Gaſſendi beobachtete Nordlicht, das man in ganz Europa geſehen hat. Dieſe Unterbrechungen ſind indeſs, der Wahrſcheinlichkeit nach, für kein vollkommenes Ausbleiben des Meteors, ſondern für bloſse Nachlaſſungen in der Stärke deſſelben in den Gegenden Europas zu halten, wo man ſich vorzüglich mit den Wiſſenſchaften beſchäftigte; für aufmerkſame Beobachter in den Polar-Ländern möchte, ſehr wahrſcheinlich, das Nordlicht auch dann nie aufgehört haben *ſichtbar zu ſeyn.* *Biot.*

ſtärkſten entgegenſtehenden Gründe nicht erſchrecken ließs. Er verfocht ſeine Hypotheſe rühmlichſt, und ſelbſt ſiegreich gegen die Angriffe Euler's, des größten Mathematikers des Jahrhunderts. Was ihm indeſs dieſen Sieg erleichterte, war, daſs Euler ebenfalls eine Hypotheſe aufſtellte, und das Nordlicht aus Lufttheilchen erklären wollte, welche der Stoſs der Sonnenſtrahlen von den äuſserſten Schichten der Atmoſphäre forttreibe, bis in ſolche Fernen, daſs die Rundung der Erde kein Hinderniſs mehr ſey ſie beſtändig von der Sonne erleuchtet zu ſehen; ein wahrer Cometen-Schweif, den die Erde mit ſich um die Sonne führen müſste. Einem Beobachter konnte es nicht ſchwer werden nachzuweiſen, daſs dieſe Hypotheſe mit den einzelnen Umſtänden beim Nordlichte nicht zu vereinigen war, und dieſes that Mairan mit vielem Eifer und mit Erfolg *). Seine Hypotheſe, die lockerer und daher den beobachteten Thatſachen leichter anzuſchmiegen war, erhielt faſt allgemein den Vorzug,

*) Euler hat dieſe Hypotheſe in den Schriften der Berliner Akademie vom J. 1746 vorgetragen, und Mairan ſie in der zweiten Auflage ſeines *Traité de l'aurore boreale* widerlegt, welchem er mehrere Abhandlungen unter der Ueberſchrift *Eclairciſſemens* beifügte. Aber wie konnte, wird man fragen, Euler, der das Emanations-Syſtem verwarf und das der Schwingungen eines ſehr elaſtiſchen Aethers annahm, um die Licht-Erſcheinungen zu erklären, damit die Idee einer den Lichttheilchen zukommenden Kraft zu ſtoſsen vereinigen? welches um ſo ſonderbarer iſt, da Euler ſich ſelbſt dieſe Frage vorlegt. Er antwortet, man müſſe ſich die Schwingungen des Aethers zwar auf unendlich nahe Gränzen in ihren Excurſionen beſchränkt denken, aber dennoch könnten ſie kräftig genug ſeyn,

und war wenigſtens darin nützlich, daſs ſie eine Zeit lang verhinderte, daſs man nicht andere machte. Bei dem Eifer jedoch, mit dem die Beobachter in allen Ländern jede Gelegenheit benutzten dieſe Hypotheſe mit dem Hergange in der Natur zu vergleichen, war nach wenigen Jahren ihr Glanz völlig verſchwunden.

2. Magnetiſche und electriſche Natur des Nordlichts.

Indem ſo eine Chimäre zu Grunde ging, gewann man aber Wahrheiten: man fand ganz neue Eigenthümlichkeiten an dieſem Meteore. Zwei Beobachter in Schweden, Celſius und Hiorter, bemerkten im J. 1740, daſs während der Erſcheinung eines Nordlichts die Magnetnadeln faſt immer in unregelmäſsige Schwankungen geriethen, nicht-magnetiſche Nadeln, z. B. kupferne, dagegen völlig in Ruhe blieben *). Beim Vergleichen von Beobachtungen dieſer Art, die gleichzeitig an ſehr von einander entfernten Orten, wie zu Upſala und zu London, gemacht worden waren, fand

um leichte Körper, gegen die ſie wirkten, ſchnell vor ſich her zu treiben. Sein Genie führte ihn vorzüglich zu rein analytiſchen Forſchungen, und bei dieſer abſtrufen Geiſtesrichtung waren für ihn die materiell bedingten Betrachtungen der Phyſik nur ein Gegenſtand, auf den ſich die Rechnung anwenden lieſs: fand nur ſeine Leidenſchaft zu rechnen Nahrung, ſo kümmerte es ihn wenig, ob ein Roman von der Natur, oder der wahre Hergang ſich daraus ergab (?) *Biot.*

*) Dieſen letztern Umſtand, der ſehr weſentlich iſt um die wirklich magnetiſche Natur des Phänomens auſser allem Streit zu ſetzen, hat Hr. van Swinden bewährt (*Mem. preſ. des Sav. etr.* t. 8 p. 476). *Biot.*

ſich, daſs dieſelben Bewegungen der Magnetnadel ſich an beiden Orten und zwar deſto ſtärker geäuſsert hatten, je lebhafter und je weiter am Himmel verbreitet das Nordlicht geweſen war. Ein blaſſer, niedriger und ruhiger Schein am nördlichen Horizonte ſtörte die Magnetnadel nur ſehr wenig oder kaum merklich; und daſſelbe war der Fall, wenn das Meteor zwar hoch am Himmel ſtand, ſeinen Hauptſitz aber in der Verlängerung der lothrechten Ebene hatte, in welcher die Magnetnadel, wenn ſie in Ruhe iſt, ſchwebt; welche Ebene man den *magnetiſchen Meridian* nennt.

Dieſe Bemerkungen führten noch auf andere derſelben Gattung. Wenn nämlich die leuchtenden Strahlen in Menge erſcheinen, und entweder die Luft ganz ruhig iſt oder der Wind gleichförmig bläſt, ſo ordnet ſich die Subſtanz des Meteors faſt immer in einen oder mehrere concentriſche, den Regenbögen ähnliche *Kreisbögen*, die bald weiſs, bald in den lebhafteſten prismatiſchen Farben erſcheinen. Immer liegen die gemeinſchaftlichen Mittelpunkte dieſer Bögen, und ihre höchſten Punkte, faſt genau in dem magnetiſchen Meridiane des Ortes, wo man ſie beobachtet, ſo daſs ſie ſymmetriſch um dieſe Ebene geordnet ſind. Und es findet nicht etwa dieſes Zuſammenfallen mit dem magnetiſchen Meridiane erſt jetzo Statt, ſondern es wurde ſchon bei den erſten Beobachtungen wahrgenommen, obgleich ſich die Richtung der magnetiſchen Meridiane ſeitdem in Europa bedeutend geändert hat. Die mittlere Richtung des Meteors über dem Horizonte eines jeden Ortes, muſs ſich alſo ſeitdem nach derſelben Seite zu, und um dieſelbe Gröſse, als die magnetiſche Abweichung verändert haben.

Ferner ereignet es sich nicht selten, dass die leuchtenden Strahlen, welche von allen Theilen des östlichen, nördlichen und westlichen Horizontes auflodern, bis über den Scheitel des Beobachters in lothrechter Richtung hinauf zu schiessen, und selbst über sein Zenith noch hinaus zu gehen scheinen. Sie pflegen dann durch ihre Vereinignng eine glänzende *Krone* zu bilden, deren Mittelpunkt unter dem Zenith nach Südosten zu, wenigstens in allen den Ländern liegt, wo man diese merkwürdige Eigenthümlichkeit des Phänomenes bis jetzt beobachtet hat. Bestimmt man die scheinbare Lage dieser Krone mit Hülfe eines astronomischen Instrumentes, oder der Sterne, die sich in ihr beim Entstehen zeigen, so findet sich allemal, dass ihr Mittelpunkt genau an der Stelle des Himmels ist, nach welcher an dem Beobachtungsorte eine frei schwebende Magnetnadel hinweist, die in ihrem Schwerpunkte so aufgehängt ist, dass sie sich ungehindert in diejenige Richtung drehen kann, welche die mittlere ist aller auf sie wirkenden magnetischen Kräfte des Erdkörpers.

Diese sonderbaren Beziehungen in den Erscheinungen des Nordlichtes zu der Richtung der magnetischen Kräfte, sind offenbar von der grössten Wichtigkeit in dem Studium dieses Meteors, weil sie physikalische Bedingungen begründen, die in der Natur desselben liegen, und von denen man in den Nachforschungen nach der Ursach derselben mit Sicherheit ausgehen kann. Hier einige *ältere* und *neuere Beobachtungen*, die durch ihre Zuverlässigkeit und durch die Natur des Details, welches sie angeben, sich am mehresten zu eignen scheinen, diesen wichtigen Charakter des

Nordlichtes darzuthun und den Grad der Zuverläſſigkeit auf den derſelbe Anſpruch hat, zu beſtimmen.

Im Jahre 1612, am 12 September, war das groſse in ganz Europa ſichtbare Nordlicht, welches Gaſſendi beobachtet hat, und das man in ſeinen Schriften t. 2 p. 107 beſchrieben findet. Aus ſeinen Worten geht hervor, daſs die Mitte des Bogens genau in Norden ſtand *); damals aber war die Abweichung der Magnetnadel in Frankreich höchſtens 1° oder 2° öſtlich.

Im Jahr 1716, am 6 März, bildete ſich bei dem von Halley und Cotes beobachteten groſsen Nordlichte, durch das Zuſammentreffen der feurigen Strahlen, eine Krone ſüdlich vom Zenith. Cotes ſchätzte das Azimuth derſelben auf 10° von Süd. nach Oſt zu, und das war ſehr nahe die Richtung, welche damals die Magnetnadel in England hatte, indem dieſe nach Halley im J. 1716 in London 12° weſtlich abwich. Halley ſetzt den Mittelpunkt der Krone in den Kopf der Zwillinge; dieſem entſpricht 20 oder 21° Zenith-Abſtand; und gerade nach dieſen Punkt des Himmels zu muſste damals eine frei ſchwebende Magnetnadel in England hinweiſen, da die Neigung damals von der heutigen wenig verſchieden war, und alſo 69 bis 70° betrug.

Im J. 1726 zog ein groſses in ganz Europa beobachtetes Nordlicht die Aufmerkſamkeit der Phyſiker

*) Er ſagt: *Albor ille ſeptentrionalis elatus jam fuit quadraginta et amplius gradus, videlicet pene ad ſtellam polarem; et cum, arcus in modum, formaretur, occupavit hinc inde ex horizonte gradus proxime ſexaginta; hoc eſt, parum abfuit quin eſtivum ortum occaſumque attingeret.* Biot.

wieder auf dieſes Phänomen, und veranlaſste P. C. Mayer in dem 4ten Bande der Schriften der Petersburger Akademie die Reſultate einer Reihe von Beobachtungen von Nordlichtern bekannt zu machen, die er ſeit mehreren Jahren angeſtellt hatte. Der Mittelpunkt der Bogen fand ſich bei allen ziemlich genau in dem Meridian, nach Norden, doch immer mit einer merkbaren Abweichung nach Weſten. Die Abweichung der Magnetnadel war damals in Petersburg 2 bis 3° weſtlich.

Im J. 1784, den 23 Februar, zeigte ſich in England ein ſtarkes Nordlicht, und der geſchickte Aſtronom Wollaſton beſtimmte die ſcheinbare Lage des groſsen Bogens, der ſich bildete, nach den Sternen, bei welchen er von Cambridge aus geſehen erſchien. Lord Cavendiſh hat dieſe Beobachtungen in den Schriften der Londner Societät für 1790 berechnet; es folgte aus ihnen, daſs die Mitte des Bogens um 18° weſtlich von dem wahren Meridian abwich. Die Abweichung der Magnetnadel in London war damals 23° 17′ weſtlich.

In den beiden Jahren 1792 und 1793 haben die HH. Dalton in Kendal, und Croſthwaite in Keswick eine groſse Menge ſehr lebhafter und vollſtändiger Nordlichter genau beobachtet *). Häufig wurde die Richtung der Bogen und der Krone, wenn ſie zu Stande kam, durch ſehr genaue Beobachtungen be-

*) Die umſtändliche Beſchreibung und Vergleichung derſelben, und der übrigen von 1786 bis 1793 von beiden Freunden beobachteten Nordlichter, findet ſich in Hrn. Dalton's *Meteorological Obſervations and Eſſays. London* 1793. p. 54 f.

ſtimmt; und es ergab ſich, daſs die Mitte der Bögen immer faſt genau in dem magnetiſchen Meridiane lag, und der Mittelpunkt der Krone in der Verlängerung der Inclinations-Nadel *).

Im Jahr 1816, den 7 October, und im J. 1817, den 8 Februar, zeigten ſich zu Chriſtiania in Norwegen groſse Nordlichter, bei denen die Krone zu Stande kam. Hr. Hanſteen beſtimmte die Lage des Mittelpunkts derſelben genau, und fand bei jenem das Azimuth 12° 11′, und die ſcheinbare Höhe des Mittelpunkts 73° 10′, welches genau die jetzige mittlere Richtung der magnetiſchen Kräfte zu Chriſtiania iſt; bei dieſem aber des Mittelpunkts der Krone Azimuth 14° 57′ und die ſcheinbare Höhe deſſelben 74° 39′.

Im Jahr 1817, den 27 Auguſt, habe ich auf Unſt, einer der Schetländiſchen Inſeln, ein ſtarkes Nordlicht beobachtet. Es bildete ſich ein groſser Bogen, deſſen beide Arme nahe am Horizonte beinahe lothrecht wurden. Ich beſtimmte ihre Lage mit Hülfe meines Vervielfältigungs-Kreiſes, und am folgenden Tage durch ſehr genaue Beobachtungen die Lage des magnetiſchen Meridians. Es fand ſich, daſs die Mitte zwiſchen den beiden Bogen in der Richtung des mag-

*) Das Nordlicht, welches in einem groſsen Theile Europas am 22 October 1804 geſehen, und von dem Prof. Wrede in Berlin und mir in Halle gleichzeitig beobachtet, und ſpäterhin von uns berechnet worden iſt, verdiente hier auch wohl Erwähnung. Die Mitte der beiden concentriſchen Lichtbogen, nach der Lage gegen die Sterne beſtimmt, hatte ein Azimuth von ungefähr 14° weſtlich, und fiel alſo wahrſcheinlich ebenfalls in die Ebene des magnetiſchen Meridians (ſ. dieſe Annal. B. 18 S. 254, B. 19 S. 52 und 249, B. 23 S. 30). Gilb.

netiſchen Meridians, bis auf ungefähr 4° genau fiel. Die Abweichung der Magnetnadel war ungefähr 28° 50′ weſtlich, nach den Beobachtungen des Kapitain Thomas, der die königl. Brigg *Inveſtigator* befehligte.

Man ſieht aus allen dieſen Beobachtungen, daſs die Richtungen, in welchen ſich zu *einerlei* Zeit die Bogen und die Krone des Nordlichts an verſchiedenen Orten zeigen, der jedesmaligen Verſchiedenheit des magnetiſchen Meridians an dieſen Orten entſprechen, und wie dieſe verſchieden ſind; und daſs nicht minder zu *verſchiedenen* Zeiten die Richtungen, in welchen das Meteor in Beziehung auf die Weltgegenden an ein und demſelben Orte erſcheint, gerade ſo wie die Lage des magnetiſchen Meridians daſelbſt verſchieden ſind. Zu allen Zeiten und überall nimmt alſo das Nordlicht die Richtung an, welche die mittlere der magnetiſchen Kräfte des Erdkörpers iſt. Doch darf man dieſes nicht für ein vollkommenes und unabänderliches Zuſammenfallen nehmen: denn es zeigen ſich davon häufige Abweichungen in den Beobachtungen, welche in ſehr nördlichen Gegenden gemacht worden, wie ich mich beſonders durch Berechnung der Azimuthe mehrerer von Celſius in den Jahren 1736 und 1737 zu Torneo beobachteter Nordlicht-Bögen überzeugt habe. In dieſen Gegenden, wo der in der horizontalen Richtung wirkende Theil der magnetiſchen Kraft nur ſchwach iſt, weichen die Mitten der Bögen manchmal ſehr bedeutend von dem magnetiſchen Meridiane ab, und bilden ſich nicht ſelten mehrere Bögen, die nicht mit einander concentriſch ſind. In dem Zenith-Abſtand der Nordlichts-Krone zeigt ſich weit mehr Beſtändigkeit, indem ihr Mittelpunkt bei Celſius Beobach-

tungen immer faſt genau in die mittlere Richtung der magnetiſchen Kräfte fiel, ſelbſt in den Fällen, wenn ſich in der horizontalen Richtung deſſelben bedeutende Störungen fanden. Aehnliche Anomalien zeigen die Beobachtungen in ſüdlichen Ländern, z. B. in England und in Frankreich, ſind hier aber viel ſeltener. Es folgt daraus, daſs örtliche und zufällige Umſtände die allgemeine Tendenz des Meteors ſich nach den richtenden Kräften des Erdmagnetismus zu regeln modificiren können; und dieſes Reſultat ſtimmt, wie wir weiterhin ſehen werden, in der That mit den wahrſcheinlichſten Begriffen, welche wir uns von der Beſchaffenheit und der Höhe des Nordlichts machen können, völlig überein.

Die Gelegenheit dieſe Abhängigkeit des Nordlichts von dem Erdmagnetismus zu bewähren, iſt in den Gegenden, welche wir bewohnen, ſelten, und findet ſich in der Regel nur im hohen Norden, wo das Nordlicht weit häufiger und ſtärker als bei uns iſt. Sie blieb daher lange Zeit über unbeachtet. Bei den unerwarteten Entdeckungen, die im vorigen Jahrhunderte in den electriſchen Erſcheinungen gemacht wurden, und bei dem allgemeinen Intereſſe für ſie, glaubte man dagegen eine ſo groſse Aehnlichkeit zwiſchen den Wirkungen des electriſchen Lichtes und dem Nordlichte wahrzunehmen, daſs man an der gleichen Natur beider kaum noch zweifelte. Eine Aehnlichkeit, die ſich wunderbar durch die Erſcheinungen beſtätigt fand, welche der geſchickte engliſche Phyſiker Canton entdeckte, als er zum erſten Male einen electriſchen Strom durch einen luftleeren, oder mit ſehr

verdünnter Luft erfüllten Raum hindurch gehen liefs. Es zeigten ſich fortdauernde Blitze und veränderliche Strahlen von Licht, die alle Farben des Prisma durchliefen, und bald plötzlich, bald durch unmerkliches Uebergehen, vom dunkelſten Violett zum blendendſten Weiſs überſprangen. Es ſchien nun nichts mehr zur Erklärung des Nordlichts zu fehlen, als daſs man die Luftelectricität ſo einrichtete, daſs ſie ähnliche Strömungen in den hohen Regionen der Atmoſphäre bilden konnte. Dieſes auszuführen unternahm ein groſser Phyſiker, aber die Natur, der er ſchon das Geheimniſs des Blitzes entlockt hatte, ſchien ihn zu hintergehen, und dieſes Mal gab uns der weiſe Franklin nichts als Vermuthungen.

Bei dieſer Durchmuſterung der verſchiedenen Syſteme, welche zur Erklärung des Nordlichts erſonnen worden ſind, finden wir, daſs man bei jedem derſelben eine der Eigenthümlichkeiten des Phänomens beſonders in das Auge gefaſst, und nach ihr die Hypotheſe geformt, die übrigen aber unbeachtet gelaſſen hatte, ſo daſs in allen ſich etwas Wahres findet, wenn gleich keine ganz wahr iſt. Nach dem geringen Erfolg dieſer Verſuche zu ſchlieſsen, ſcheint es, man würde ſicherer gehen, wenn man den umgekehrten Weg einſchlüge; das heiſst, wenn man jede der beobachteten Eigenthümlichkeiten als eine von der Natur gegebene Bedingung betrachtete, und nachdem man die Wirklichkeit derſelben dargethan und ihre Wichtigkeit erwogen hätte, ſie zu einem Charakter der unbekannten Urſach des Phänomens machte.

2. Dalton's magnetisch-electrische Theorie des Nordlichts.

Vor etwa 30 Jahren hat dieses in der That Herr Dalton gethan, einer der geschicktesten Physiker, welche England besitzt, und, ich muss hinzufügen, einer der bescheidensten und aufrichtigsten; denn wahrscheinlich weiss man es nur durch ihn selbst, dass ihm hierin der anonyme Verfasser einer sehr merkwürdigen, kurz zuvor in einer englischen Zeitschrift erschienenen Abhandlung voran gegangen war *).

Hrn. Dalton's Ideen gründen sich hauptsächlich auf seine eigenen zu Kendal gemachten Beobachtungen. Es hat mir geschienen, als lasse sich ihnen mehr Evidenz und Allgemeinheit durch Verbindung derselben mit dem geben, was man an andern Orten beobachtet hat, und als könne man der Ursach des Phänomens selbst noch näher kommen, ohne sich in weitläufige Erörterungen einzulassen. Gleich ihm gestehe ich aber, dass sein Anonym dieser Ursach schon sehr nahe war, wenn er sie gleich noch durch einiges Ge-

*) Hr. Dalton hat seinen Untersuchungen über das Nordlicht ein eigenes Kapitel in seinem oben angeführten Werke p. 153 f. bestimmt, und zu Anfang desselben setzt er in einer Anmerkung, (p. 154) die Hypothese des anonymen Verfassers auseinander, dessen Ideen so viel Aehnlichkeit mit den Seinigen haben. Diese erwähnte anonyme Abhandlung steht in der ersten, 1792 erschienenen Nummer einer Zeitschrift, welche ein Hr. Whiting, unter dem Titel *Mathematical, geographical and philosophical Delights* heraus gab. Ich war sehr begierig diese Abhandlung zu sehen, habe mir aber die Zeitschrift nicht verschaffen können. *Biot.*

wölk von Hypotheſen ſah, von dem ich ſie hoffe befreien zu können *).

Ich bin zum Nachdenken über dieſen Gegenſtand durch die Reiſe veranlaſst worden, welche ich vor drei Jahren [in Auftrag der Akademie der Wiſſenſchaften, zur Beſtimmung der Länge des Secundenpendels daſelbſt. G.] nach den Schetländiſchen Inſeln gemacht habe. Man ſieht hier das Nordlicht oft in ſei-

*) Des Hrn. John Dalton's; damals Profeſſors der Mathematik und Phyſik an dem neuen Collegio zu Mancheſter, wie der Titel ſagt, *Meteorological Obſervations and Eſſays*, Lond. 1792, handeln im *achten Eſſay* S. 152 bis 194 von dem Nordlichte. Dieſer ſcharfſinnige Phyſiker entwickelte darin ſeine Theorie auf eine ganz geometriſche und ſehr genügende Weiſe. Längſt ſchon hatte ich dieſen Aufſatz in einer freien Bearbeitung für die Annalen beſtimmt, ſobald das Wiedererſcheinen bedeutender Nordlichter dazu Veranlaſſung geben würde, und ich gebe dieſe Abſicht nicht auf. In einer am 10 April 1793 gedruckten Ankündigung dieſer ſeiner *Eſſay's*, hatte Hr. Dalton auf ſeine Entdeckungen über das Nordlicht, daſs es magnetiſcher Natur ſey, als etwas ganz Neues aufmerkſam gemacht, er hörte aber gleich darauf von einem jungen Manne, der auf ſein Werk ſubſcribirte, es finde ſich von einem Unbekannten, in einem kürzlich erſchienenen periodiſchen Werke, ein Verſuch über das Nordlicht, unterſchrieben *Amanuenſis*, worin unter andern Vermuthungen auch die ſtehe, das Nordlicht werde durch den Magnetismus der Erde hervorgebracht; und dieſer junge Mann lieſs für ihn die Abhandlung abſchreiben aus der am 1 Mai 1792 herausgegebenen No. 1 der *Mathem., geom. and philoſ. delights*, die ein Hr. Whiting herausgab. Die ſechs Conjecturen des Anonymus, wie ſie Hr. Dalton ganz kurz angiebt, beweiſen indeſs, wenigſtens meiner Ueberzeugung nach, daſs die Ideen deſſelben über das Nordlicht noch ziemlich roh und unbeſtimmt waren, daſs Hr. Biot ihnen

ner ganzen Pracht, und ſelbſt häufiger als in Schweden und in Norwegen. Ich wünſchte ſehnlichſt Augenzeuge eines ſolchen Schauſpiels zu ſeyn, denn bis dahin kannte ich nur die ſchwachen Spuren von Nordſchein, welche man dann und wann in Frankreich ſieht, und die ſich, wie bekannt, ſeit vielen Jahren darauf beſchränken, daſs am nordweſtlichen Himmel ein ſchwärzlicher, nur wenig über dem Horizonte ſich erhebender Kreisbogen *) erſcheint, aus dem manch-

hier zu viel Werth beigelegt, und daſs Hr. Dalton volles Recht hatte zu äuſsern: „der ſinnreiche *Amanuenſis* werde ſich freuen zu ſehen, daſs eine Verbindung zwiſchen Nordlicht und Magnetismus, auf die er wahrſcheinlich zuerſt gekommen ſey (Halley's Abhandlungen kannte Dalton damals noch nicht), durch förmliche Beweiſe ſich darthun laſſen.“ Das groſse Lob, welches Hrn Dalton's Aufrichtigkeit im Anführen des anonymen Aufſatzes ertheilt wird, könnte zu der Meinung verleiten, bei unſern übermeeriſchen und überrheiniſchen Nachbarn gelte es für eine Tugend litterairiſch gerecht zu ſeyn, und weder die Anſprüche anderer zu verſchweigen, noch Fremdes ſich zuzueignen. In Deutſchland (und noch mehr bei den in ihrer Kenntniſs deſſen, was in der Naturlehre unter uns geſchieht zu bewundernden Niederländern) hält man es immer noch für ein Kennzeichen gründlicher Gelehrſamkeit und reiner Liebe zur Wiſſenſchaft, gegen andere gerecht zu ſeyn, was ſie geleiſtet haben unverholen anzuerkennen und es zu berückſichtigen; nur ſolchen, denen es um das Scheinen zu thun war beim Bewuſstſeyn eigener Schwäche, oder denen es gar beliebt hat in der deutſchen gelehrten Welt die Rolle der Marktſchreier und Gaukler zu ſpielen, haben hiervon unrühmliche Ausnahmen gemacht. *Gilbert.*

*) Sollte wohl entweder heiſsen ein ſchwärzlicher Kreis-*Abſchnitt*, oder ein *weiſser* Kreisbogen. *Gilb.*

mal leuchtende Strahlen bis zu unbedeutenden Höhen heraufſchieſsen. Das war alles, was ich vom Nordlicht geſehen hatte. Der vortreffliche Mann, der mich mit ſo vieler Gaſtfreundſchaft in ſeinem Hauſe auf der Schetländiſchen Inſel *Unſt* aufgenommen hat, Herr Th. Edmonſton, machte mir von dieſem Meteor einen ganz andern Begriff, und gab mir ſo ganz neue Umſtände an, daſs ich ſie für übertrieben hielt. Aber am 27 Auguſt 1817 zeigte ſich das Meteor, und nun ſchien mir alles, was man davon erzählt hatte, möglich zu ſeyn.

Wir erblickten zuerſt in Nordoſt einige ſchmale Lichtſtrahlen, die nicht hoch über dem Horizont heraufſtiegen, und, nachdem ſie eine Zeit lang da geſtanden hatten, verlöſchten. Aber $1\frac{1}{2}$ Stunden darauf erſchienen ſie wieder, in derſelben Himmelsgegend, aber ſehr viel ſtärker, glänzender und ausgedehnter. Bald fingen ſie an über dem Horizonte einen regelmäſsigen Bogen, wie den Regenbogen, zu bilden. Anfangs war der Umfang deſſelben nicht vollſtändig, aber nach und nach nahm er an Oeffnung oder Weite (*amplitude*) zu, und nach einigen Augenblicken ſah ich von Weſten her die andere Hälfte ankommen, die ſich bildete, und ſich in einem Augenblicke erhob, begleitet von einer Menge leuchtender Strahlen, welche von allen Theilen des nördlichen Horizontes hinzuliefen: und nun erhob ſich der höchſte Punkt des Bogens faſt bis an das Zenith *). Dieſer Bogen war anfangs ſchwe-

*) *Je vis venir de l'oeuſt l'autre moitié, qui ſe forma, ſ'éleva en un moment, accompagnée d'une multitude de jets de lumière*

bend und unentſchieden, als habe ſich die Materie, die ihn ausmachte, noch nicht feſt und bleibend geordnet: aber bald beruhigte ſich die innere Bewegung in ihm *), und nun erhielt er ſich in ſeiner ganzen Schönheit über eine Stunde lang, während er ſich faſt unmerklich nach Südoſt zu fortbewegte, als wenn ihn der ſanfte Nordweſt-Wind, der damals blies, dorthin führte. Ich hatte daher volle Zeit ihn mit Muſse zu betrachten, und ſeine Lage mit dem Vervielfältigungs-Kreiſe, der mir zu den aſtronomiſchen Beobachtungen diente, zu beſtimmen. Er umſpannte einen Bogen des Horizonts von 128° 42′, und ſein Mittelpunkt befand ſich genau in der Richtung der Magnetnadel. Der ganze Himmels-Raum, den dieſer groſſe Bogen nach Nord-Weſt zu begränzte, wurde unaufhörlich nach allen Richtungen von leuchtenden Strahlen durchkreuzt, deren verſchiedene Geſtalten, Bewegungen, Farben und Dauer meinen Geiſt nicht weniger als meine Augen beſchäftigten **). Gewöhn-

qui accouroient de tous les points de l'horizon du nord: alors le ſommet de la courbure ſ'éleva presque au zenith.

*) *Cet arc fut d'abord flottant et indécis, comme ſi la matiere qui le compoſoit n'avoit pas encore pris un arrangement ſtable, mais bientôt toute ſon agitation ſe calma.*

**) *Toute l'étendue du ciel, que ce grand arc limitait du coté du nord-oueſt, étoit inceſſamment traverſée, dans toutes les directoins par des jets lumineux.* Dieſe Stelle ſagt ſo deutlich, daſs ſich die Strahlen zwiſchen dem Bogen und dem von ihm umſpannten Theile des Horizontes nach Nordweſten zu befanden, daſs ſich nicht wohl denken läſst, die andere Hälfte des Himmels zwiſchen dem Bogen und dem ſüdöſtlichen Hori-

lich war jeder dieſer Strahlen, wenn er anfing zu erſcheinen, ein bloſser Strich weiſslichen Lichtes; ſchnell aber nahm er an Gröſse und an Glanz zu, wobei er manchmal ſonderbare Veränderungen in Richtung und Krümmung zeigte. Hatte er ſeine vollkommene Entwickelung erreicht, ſo verengerte er ſich zu einem dünnen geradelinigen Faden, deſſen im Allgemeinen äuſserſt lebhaftes und glänzendes Licht von ſehr beſtimmter rother Farbe war, ſich dann allmählig ſchwächte und endlich erloſch, häufig genau an derſelben Stelle, wo der Strahl angefangen hatte zu erſcheinen. Daſs eine ſo groſse Menge von Strahlen fortdauert, jeder an ſeinem ſcheinbaren Orte, während der Glanz deſſelben unendlich viele Abwechſelungen erleidet, ſcheint zu beweiſen, daſs das Licht, womit dieſe Strahlen leuchten, kein zurück geworfenes, ſondern directes Licht iſt, und ſich an dem Orte ſelbſt entwikkelt, wo man es ſieht: auch habe ich darin keine Spur von Polariſirung entdecken können. Alle dieſe Feuer, und der Bogen ſelbſt, der ſie in ſeinem Umfang umſchloſs *), befanden ſich in einer gröſsern Höhe als

zonte ſey eigentlich gemeint. Auch die Ausdrücke in der folgenden Anmerkung, und der Umſtand, daſs keine Krone oder Glorie entſtand, beſtätigen dieſes. Die Strahlen, welche ich in dem groſsen Nordlichte am 22 Oct. 1804 ſah, gingen von dem weiſsen Bogen aus und ſchoſſen nach dem Zenith zuwärts, und gerade ſo bildet Wolf ein Nordlicht ab, welches er in Halle beobachtet hat, und zwar mit nicht langen, lothrechten Strahlen, welche alle längs des Bogens von demſelben ab aufwärts gerichtet ſind. *Gilbert.*

*) *Tous ces feux et l'arc même qui les embraſſoit dans ſon contour.*

die Wolken: denn dieſe bedeckten ſie von Zeit zu Zeit, und die Ränder dieſer Wolken ſchienen von ihnen erhellt zu ſeyn, war dieſes anders nicht Täuſchung. Auch der Mond, der damals ſehr hoch über dem Horizonte ſtand, erleuchtete dieſes erhabene Schauſpiel, und die Ruhe ſeines Silberlichts war im ſanfteſten Contraſt mit der lebhaften Bewegung der glänzenden Strahlenbüſchel, mit denen das Meteor die Luft übergoſs.

Dieſes betraf die allgemeinſten Umſtände des Phänomens. Wir müſſen nun aus ihnen die *Bedingungen* ableiten, unter denen es vorhanden iſt, und zwar vor allen Dingen ausmachen, ob wir den Ort des Nordlichts *in unſerer Atmoſphäre oder auſserhalb derſelben* zu ſuchen haben.

Hierüber läſst ſich durch ein einfaches Mittel entſcheiden. Hat es ſeinen Sitzt auſser unſerer Atmoſphäre, ſo kann es an der täglichen Umdrehung der Erde um ihre Axe keinen Theil nehmen, und müſſen alſo die Strahlen, Bogen und glänzenden Kronen ſich wie die Sterne von Oſten nach Weſten fortzubewegen, und um die himmliſchen Pole zu drehen ſcheinen. Befindet ſich dagegen das Meteor in unſerer Atmoſphäre, ſo muſs es an der Axenumdrehung der Erde ſo gut als die Wolken Theil nehmen, und in Beziehung auf die irdiſchen Gegenſtände unbeweglich erſcheinen, oder gleich den Wolken nur zufällige Bewegungen zeigen. Alle Beobachtungen beweiſen, daſs das letztere der Fall iſt; die lange Unbeweglichkeit des Bogens, den ich von der Inſel Unſt aus ſah, würde allein ſchon hinreichen, dieſes auſser allem Streit zu ſetzen. Wir können daher mit Gewiſsheit behaupten, daſs

das Nordlicht eine Erſcheinung iſt, welche ihren Sitz in unſerer Atmoſphäre hat.

Nun aber iſt es eine allgemein bekannte Sache, daſs hoch in der Atmoſphäre ſtehende Gegenſtände uns unter mehreren Täuſchungen der Perſpective erſcheinen, von denen wir den Eindruck, den ſie auf uns machen, befreien müſſen, wenn man über ihre wahre Geſtalt und Entfernung urtheilen will. So zum Beiſpiel erſcheinen uns alle Sterne als wenn ſie an einer und derſelben hohlen Kugelfläche ſtänden, welche wir das Himmels-Gewölbe nennen, und doch ſtehen ſie in unendlich verſchiedenen Entfernungen von uns. Die ungeheuren Maſſen leuchtenden Dunſtes, welchen die Kometen hinter ſich her ziehen, und die ihre Schweife bilden, erſcheinen uns auch als kreisförmig gekrümmt an dieſem Gewölbe, obgleich ſie ſich geradlinig in den Himmelsraum erſtrecken. Durch eine andere Art von Täuſchung ſcheint es uns, wenn die Sonne hinter Gewölk ſteht und durch mehrere Oeffnungen deſſelben hindurch ſcheint und die Luft erleuchtet, als liefen alle dieſe Strahlen nach der Stelle hin zuſammen, wo die Sonne verborgen ſteht, obgleich ſie in der That alle parallel ſind. Durch dieſe allgemeinen Wirkungen der Luft-Perſpective müſſen auch die Erſcheinungen der leuchtenden Strahlen modificirt ſeyn, welche bei dem Nordlichte aufſchieſsen, und dieſes muſs man in Ueberlegung ziehen, wenn man das, was in der Wirklichkeit iſt, entziffern will.

Die leuchtenden Strahlen des Nordlichts ſcheinen, von welcher Seite her man ſie auch betrachtet, ſtets gröſste Kreiſe an dem Himmels-Gewölbe zu beſchreiben, und ihre Richtung insgeſammt nach dem Punkte

des Himmels zu nehmen, nach welchem eine ganz frei ſchwebende Magnetnadel *), wenn ſie in Ruhe iſt, hinweiſt. Daraus muſs man ſchlieſsen, daſs dieſe Strahlen in der Wirklichkeit cylindriſch, und der Richtung dieſer Nadel parallel ſind. Aber überdem zeigt jeder Strahl in ſeiner Länge Ungleichheiten der Dicke und des Lichts, von der Art, daſs wir ſchlieſsen müſſen, er ſey aus einer Menge kürzerer Cylinder zuſammen geſetzt, die von einander unabhängig ſind, und einander zum Theil bedecken. Und dehnt man dieſe partiellen Anzeigen auf den ganzen Raum aus, in welchem das Meteor verbreitet iſt **), ſo läſst ſich daraus mit geometriſcher Strenge (?) folgendes ſchlieſsen: Das Nordlicht beſteht aus einem Walde leuchtender Säulen, die alle der mittleren Richtung der magnetiſchen Kräfte, und folglich unter einander ſelbſt parallel ſind, in der Luft in faſt gleicher Höhe ſchweben, und ſich dem Beobachter in verſchiedenen horizontalen Richtungen zeigen. Da dieſe Säulen in verſchiedenen Abſtänden von dem Beobachter ſind, ſo müſſen ſie ihm, den Regeln der Perſpektive zu Folge, in verſchiedenen Höhen zu ſchweben, ſich auch einander zu bedecken ſcheinen, und zum Theil eine auf die andere projiciren, beſonders wenn man ſie nahe am Horizonte ſieht, weil dann die Geſichtsſtrahlen faſt ſenkrecht auf ihre Längen ſind. Dagegen müſſen ſie von einander

*) Die Abweichungs- und Neigungs-Nadel zugleich iſt. *G.*

**) Was berechtigt uns aber hierzu, wenn wir keine nach dem magnetiſchen Pol hinwärts ſchieſsende Strahlen, ſondern Kreiſe oder ganz unbeſtimmte Lichtmaſſen ſehen, wie ſie oft bei ſchwachen Nordlichtern erſcheinen? *Gilb.*

getrennt erſcheinen, wenn ſie ſich weit genug über dem Horizonte erhoben haben, daſs das Auge ihre Zwiſchenräume gewahr werden kann. Bewegen ſie ſich gemeinſchaftlich mit einander fort, und eine Anzahl derſelben wird über den Scheitelpunkt des Beobachters und den Punkt am Himmel hinaus geführt, nach welchem die ihnen parallele Neigungs-Nadel hinweiſt, ſo muſs die Projection dieſer Säulen auf das Himmels-Gewölbe um den eben genannten Punkt eine Krone oder einen leuchtenden Heiligenſchein (Glorie) bilden, und es wird das Anſehen haben, als gingen von ihr nach allen Seiten Strahlen nach dem Horizonte bis zu der Höhe herab, bis zu welcher dieſe ſich fortbewegenden meteoriſchen Säulen werden ſcheinen herab gekommen zu ſeyn. Alles dieſes iſt von Hrn Dalton durch geometriſche Erörterungen vollkommen gut dargelegt und entwickelt worden, wahrſcheinlich ohne daſs er wuſste, daſs ſchon im Jahr 1716 Cotes, (von welchem Newton's Ausſpruch bekannt iſt, daſs, wäre er leben geblieben, wir etwas wiſſen würden), dieſe Schlüſſe gemacht, und daſs Cavendiſh, der ſtrengſte der Männer von Genie, ſie ſeitdem angenommen hatte; welches ich in der Abſicht bemerke, um zu zeigen, daſs man dieſe Folgerungen als ſtreng erwieſen annehmen kann.

Dieſe Beſchaffenheit der Nordlichts, auf welche uns die optiſche Betrachtung führt, wird durch mehrere ſonderbare Einzelnheiten in der Erſcheinung beſtätigt, welche von der zufälligen Lage des Beobachters gegen die verſchiedenen Theile des Meteors abhängen, und dann und wann wahrgenommen worden ſind. Wenn z. B. die meteoriſche Säulenreihe (*colonnade*)

nachdem sie schon leuchtend geworden ist sich noch ganz im Norden des Beobachters und dem Horizonte nahe befindet, und nun nach Süden fortgetrieben wird, sich also dem Beobachter nähert, ohne dass die Säulen aus denen sie besteht verschwinden oder ihre Anordnung verändern, so muss dieselbe optische Wirkung Statt finden als bei den Bäumen eines Waldes, dem man sich nähert; das heisst, die östlich und die westlich von dem magnetischen Meridiane befindlichen Säulen müssen sich, jene nach Osten, diese nach Westen zu zu bewegen und dabei alle von einander zu entfernen scheinen, während die Säulen, die sich in der Ebene des magnetischen Meridians befinden, den Anschein haben werden unbeweglich da zu stehen, oder gerade nach dem Zenith hinauf zu steigen. Gerade so ist die Erscheinung von F. C. Mayer in Petersburg bei einem grosen Nordlichte am 16 November 1726 beobachtet worden *).

Ein anderer Fall, der unter besonderen, sehr selte-

*) Ich setze seine Worte selbst hierher; mit *trabs* bezeichnet er einen lothrechten Strahl, also eine unserer leuchtenden Säulen. Er beschreibt zuerst das Entstehen eines Lichtbogens, dessen höchster Punkt sich nicht genau in Norden befand, sondern davon sehr merklich nach Westen abwich. Dann fügt er hinzu: *Motus trabium mirus erat; quae enim in occidentali arcus parte exstabant, versus occidentem ferebantur; ad orientem ferebantur, quae in orientali arcus parte sitae erant: boreales autem trabes stabant immobiles. Ex hoc phaenomeno intellexi lumen moveri ex Nord-West versus verticem meum, id quod et sequentibus phaenomenis confirmatum est.* Man sieht, dass Mayer daraus gerade dieselbe Folgerung zog, welche die Regeln der Perspective nachweisen. Biot.

nen Umſtänden eintreten kann, iſt, daſs die meteoriſche Säulenreihe nicht mit einem Male leuchtend wird, (denn dieſe Erleuchtung ſcheint ſtets etwas Zufälliges zu ſeyn), ſondern daſs zuerſt nur eine gewiſſe Anzahl von Säulen leuchten. Stehen dieſe Säulen ſo weit von einander ab, daſs ſie einander nicht bedecken, ſo kann man ſie getrennt, ſelbſt einzeln, wahrnehmen. Dieſes war der Fall bei dem groſsen Nordlichte im J. 1716, nach Halley's Beſchreibung. Es zeigten ſich kleine, parallele Säulen von gleichen Längen, deutlich von einander getrennt in einem Himmelsraume, den zwei leuchtende faſt horizontale Streifen umgaben. Eine ähnliche Erſcheinung dieſer Art findet ſich in einer Abhandlung Halley's aus dem J. 1719 aufgezeichnet (*Philoſ. transact.* No. 363, p. 1099). Er ſah von Zeit zu Zeit in groſser Höhe Syſteme von Säulen oder leuchtenden Streifen in der Luft erſcheinen, die einer neben dem andern wie die Orgelpfeifen ſtanden, und ſo plötzlich zum Vorſchein kamen, als hätten ſie hinter einem Vorhang geſtanden, der ſchnell aufgezogen würde.

Nimmt man ſich überhaupt die Mühe, die vielen Beſchreibungen mit Aufmerkſamkeit zu leſen, welche uns Beobachter in den nördlichen Ländern von Nordlichtern gegeben haben, ſo findet man darin eine Menge Einzelnheiten, die der Beſchaffenheit des Meteors, wie wir ſie nach den Geſetzen der Perſpektive gefolgert haben, vollkommen entſprechen. Die zufälligen Abweichungen, welche man in dem Azimuth der Krone von dem magnetiſchen Meridiane bemerkt, darf man nicht als dieſer Erklärung widerſprechend anſehen; *denn dieſes Azimuth* wird durch den horizontal-wir-

kenden Theil der magnetiſchen Kraft beſtimmt, welcher in dieſen Gegenden ſo auſserordentlich ſchwach iſt, daſs die kleinſte ſtörende Urſach den meteoriſchen Säulen eine andere azimuthale Richtung geben kann. Da das Meteor in unſerer Atmoſphäre iſt, ſo reicht ſchon das Spiel der Winde und Luftſtröme zu ſolchen Störungen hin; und beſonders muſs dieſes in den Gegenden des hohen Nordens Statt finden, wo, wie wir gleich ſehen werden, das Meteor manchmal ſehr niedrig, ja bis in die untern Schichten der Atmoſphäre herab ſteigt.

4. Höhe und Geräuſch des Nordlichts.

Nächſt dieſer allgemeinen Beſchaffenheit iſt die wahre Höhe des Meteors über der Oberfläche der Erde einer der wichtigſten Umſtände, die wir kennen müſſen. Es iſt ſehr häufig verſucht worden, ſie durch dieſelben Mittel zu beſtimmen, deren ſich die Geometer bedienen, um Entfernungen unzugänglicher Gegenſtände durch gleichzeitige Winkel-Meſſung mit aſtronomiſchen Inſtrumeten zu finden. Aber die Schwierigkeit hier einerlei Zeit und einerlei Gegenſtand zu erlangen, macht das Verfahren ſehr ungewiſs; auch hat es zu ſehr ungleichen Reſultaten, von 20 bis 100 und mehr franzöſ. Meilen Höhe, geführt. Eine noch gröſsere Ungewiſsheit herrſcht über die Länge der meteoriſchen Säulen ſelbſt, welche man durch ein ähnliches Verfahren zu meſſen verſucht hat.

Da ſich aus der Lehre von der Perſpective darthun läſst, daſs das Meteor in Säulenreihen erſcheint, ſo ſetzen die Kreisbogen das wirkliche Vorhandenſeyn einer Reihe von Säulen voraus, welche ſich eine neben der

andern, in einerlei horizontaler Richtung ſenkrecht auf den magnetiſchen Meridian befinden; und in der That geht alles genau ſo vor ſich, wie es der Fall ſeyn würde, wenn die Fortbewegung der leuchtenden Säulen von ſelbſt (*ſpontanement*) in einer ruhigen Luft, kreisartig divergirend, wie wirkliche Wellen, von einerlei Mittelpunkt aus geſchähe, als aus einem gemeinſchaftlichen Heerd von dem ſie ausgehen. Es könnte indeſs auch dann noch ein Bogen erſcheinen, wenn das Fortbewegen der Säulen durch einen horizontalen Widerſtand verhindert würde, zum Beiſpiel dadurch, daſs ſie auf einem in der höhern Luft aus entgegengeſetzter Richtung kommenden Luftſtrom ſtieſsen, und ſich an deſſen Gränzen einige Zeit lang anhäuften. In dieſem Falle müſste aber der entgegengeſetzte Luftſtrom nur gerade ſo ſtark ſeyn, daſs er das Fortſchreiten der Säulen hemmte, und nicht ſo ſtark, daſs er ſie zurücktriebe oder zerſtreute; denn ſelbſt wenn er ihren Parallelismus auch nicht ſtörte, würde doch die Richtung eines ſolchen Luftſtroms auf die Lage der Gränze Einfluſs haben, wo das Fortſchreiten der meteoriſchen Säulen aufhörte, und würde daher der höchſte Theil des Bogens nicht in dem magnetiſchen Meridian liegen können, wenn nicht ein ganz auſserordentlicher Zufall obwaltete. In der That hat man oft Bogen geſehen, die von dieſer Richtung ſehr merklich abwichen.

Wie ungewiſs übrigens auch die Urſachen ſeyn mögen, die dieſe Eigenthümlichkeit des Meteors [das iſt die Erſcheinung der Kreisbogen] bedingen, ſo ergiebt ſich doch immer aus dieſer Erörterung hinlänglich, wie unrichtig die von F. C. Mayer in den

Schriften der Petersburger Akademie der Wiſſenſchaften, Th. 4, vorgeſchlagenen Methode iſt, die Höhe des Nordlichts aus der ſcheinbaren Höhe dieſer Bogen und ihrer Oeffnung (*amplitude*) unter der Vorausſetzung zu beſtimmen, daſs ſie Theile von Kreiſen ſind, deren Mittelpunkte in der Erdaxe liegen. Denn geſetzt auch, ſie wären vollkommen kreisförmig, welches erſt durch genaue Beobachtungen dargethan werden müſste, ſo iſt doch auf jeden Fall ſo viel gewiſs, daſs ihr Mittelpunkt faſt nie in der Erdaxe liegt. Ihr wahrer Pol ſcheint vielmehr der magnetiſche zu ſeyn; bevor aber nicht die Lage dieſes Pols durch zuverläſſige Beobachtungen auſser Streit geſetzt iſt, läſst ſich aus der ſcheinbaren Höhe und Oeffnung der Bögen ihre wahre Höhe nicht berechnen.

Zu etwas Brauchbarerem ſcheinen gleichzeitige Beobachtungen der Höhe zu führen, welche dieſe höchſten Punkte der Bogen an verſchiedenen Orten haben; doch ſind auch die ſo erhaltenen Beſtimmungen immer ſehr ungewiſs.

Unter allen bisher verſuchten Anwendungen dieſer Methode ſcheint mir Cavendiſh's Beſtimmung der Höhe eines in England im Jahr 1790 beobachteten Lichtbogens die mindeſt ungewiſſe zu ſeyn; und doch bemerkt Cavendiſh ſelbſt (*Philoſ. transact. for* 1790), daſs wenn man die Beobachtungen um ſehr kleine Gröſsen verändere, für die ſich keineswegs ſtehen laſſe, oder wenn man die Data ſtatt auf die Grundflächen auf die höchſten Punkte der Säulen beziehe, in den abſoluten Höhen des Meteors ſich auſserordentliche Verſchiedenheiten finden, indem danach die Höhe ſeines Bogens *entweder* 50 oder 70 geogr. Meilen be-

trage. Ueberdem macht Cavendiſh mit Recht darauf aufmerkſam, daſs, da die Säulen blos ein optiſches Phänomen ſind, ſich mittelſt ihrer die Höhe des Meteors nicht beſtimmen laſſe, ungeachtet Mairan und Bergman ſich ihrer dazu bedient haben.

Wenn wir indeſſen auch, dieſer Gründe ungeachtet, zugeben, daſs einige von den Schätzungen, die man auf dieſe Art unter günſtigen Umſtänden über die Höhe des Nordlichts erhalten hat, einiges Vertrauen verdienen, ſo können ſie doch auf keinen Fall für etwas allgemein geltendes ausgegeben werden. Daſs das Meteor, manchmal wenigſtens, ſehr viel tiefer herabſteigt, als man dieſen Schätzungen zu Folge glauben ſollte, darauf ſcheint mir nicht nur die lebhafte und beſtändige Bewegung der leuchtenden Strahlen *) zu deuten, ſondern auch das gleichzeitige Fortſchreiten aller Theile der Bogen als würden ſie von einem leichten Winde fortgetrieben, und die langſame und regelmäſsige Fortbewegung der Flocken leuchtender Materie, welche nach Verſicherung von Bewohnern des hohen Nordens man dort nicht ſelten einzeln in der Atmoſphäre ſchweben ſieht **).

Ich habe ſelbſt am 6 September 1817 ein Phänomen dieſer Art auf den Schetländiſchen Inſeln erlebt. Eine dicke Wolke ſtieg langſam aus Nordweſt an dem Horizonte herauf: ſie trug in ihrem Innern den Heerd des phosphoriſchen Scheins, der bald zurück zu bleiben und zu erlöſchen, bald voran zu ſchieſsen und die Ränder derſelben zu erleuchten ſchien. Ich weiſs von

*) *agitation des jets phosphoriques.*

**) *ſéparés et flottant dans l'atmoſphère.*

dieſer phosphorescirenden Wolke *) keine richtigere Verſtellung zu geben, als indem ich ſie mit den undurchſichtigen von hinten durch Lampen erleuchteten Wolken unſerer Theater vergleiche. Indeſs bemerkte ich während einiger Augenblicke auf ihrer untern Fläche eine kleine Stelle, wo nur das Licht zwiſchen ihr und mir zu ſeyn ſchien. Als dieſe Wolke bis 45° Höhe angeſtiegen war, blieb ſie eine Zeit lang ſtehen, und zog dann langſam nach Weſten, immer von dem leuchtenden Weſen begleitet **); und einige Feuer-Strahlen (*jets de feu*), welche auch von dem Horizonte an der Nordſeite aufſchoſſen, beugten ſich ebenfalls nach Weſten, als wenn ein in der Höhe aus Südoſt kommender Wind das Meteor hier nach andern Gegenden führte. Aehnliche Erſcheinungen habe ich am 14 September wieder geſehen.

Dieſe Beobachtungen, nach welchen das Nordlicht bis in die Region der hohen Wolken, geſchähe es auch nur durch Zufall, herab zu kommen ſcheint, geben, wie mich dünkt, einer in allen Gegenden des hohen Nordens allgemein verbreiteten Meinung viel Wahrſcheinlichkeit, daſs man nämlich bei ſehr lebhaften Nordlichtern *ein Brauſen* (*bruiſſement*) *höre*, welches manchmal ſehr ſtark werde. Ich weiſs hinlänglich, wie wenig Vertrauen Ausſagen des Volks verdienen, welche durch Furcht eingegeben, oder durch den täuſchenden Schein ſchneller Bewegungen veranlaſst ſeyn können: doch giebt es auch bei Ausſagen dieſer Art Grade der Wahrſcheinlichkeit, und es würde eben ſo unphiloſophiſch

*) *nuée phosphorescente.*

**) *toujours accompagnée de ſon phosphore.*

seyn, sie geradezu zu verwerfen ohne sie zu untersuchen, als sie ungeprüft für wahr anzunehmen. Wer in den letzten dreissig Jahren sich damit beschäftigt hätte, das zu prüfen und zu sichten, was man Volks-Vorurtheile nannte, würde daraus haben eine gute Anzahl schöner Entdeckungen hervorziehen können. Ich für meinen Theil nehme keinen Anstand zu erklären, dass man, wenn man die Sache ohne Vorurtheil untersucht, bei der so auffallenden Uebereinstimmung der Zeugnisse nicht umhin könne, an das Brausen des Nordlichts als Thatsache zu glauben.

Der vortreffliche Physiker Muschenbroek, der um die Mitte des vorigen Jahrhunderts in Holland schrieb, führt an, alle Matrosen der Grönlandsfahrer versicherten diese Thatsache einstimmig. Noch bestimmter drückt sich darüber Gmelin in seiner Reise durch Sibirien aus. „So schön auch, sagt er, das Schauspiel eines Nordlichts ist, so glaube ich doch, dass man es schwerlich, das erste Mal wenigstens, ohne Furcht sehen würde; ein solches Getöse begleitet dasselbe, wie mir viele unterrichtete Leute versichern; ein Zischen und Brausen, wie bei den grössten Feuerwerken. Die Jäger, welche an der Küste des Eismeers auf die Jagd der blauen Füchse gehen, werden häufig von dem Nordlicht überfallen, und ihre Hunde erschreckt es so, dass sie nicht aus der Stelle zu bringen sind, und sich an die Erde legen, bis das Geräusch vorüber ist.“ Es giebt in der Landessprache einen eigenen Volks-Ausdruck um den Eindruck den das Phänomen macht zu bezeichnen. Alle, fügt Gmelin hinzu, stimmten überein diese Thatsache zu bezeugen *).

*) Hr. Patrin hat den Berichten Gmelin's in dies. Annal. B. 37

Ich kann verſichern, daſs die Uebereinſtimmung in den Schetländiſchen Inſeln nicht minder allgemein iſt, obgleich man dort dem Meteore nicht eine ſo groſse Heftigkeit (*violence*) zuſchreibt, wahrſcheinlich weil dieſe Inſeln nicht ſo weit nach Norden liegen. Hr. Edmonſton, dem dieſe Stelle Gmelin's eben ſo unbekannt war, als mir, beſchrieb uns das Geräuſch des Nordlichts mit denſelben Charakteren, und ſprach davon als von etwas, das er gar manches Mal ſelbſt ge-

S. 346 widerſprochen; ſie beruhten, meint er, blos auf ein Mährchen, das ihm in Jeniſeisk 1741 erzählt worden ſey, und bei 3 Nordlichtern, die Gmelin ſelbſt geſehen habe, erwähne er keines Geräuſches; Pallas, der 6 Jahre in Sibirien herumgereiſt ſey, habe über Gmelin's Leichtgläubigkeit in dieſem Punkte gelacht, und er ſelbſt (Patrin) habe 9 Jahr an verſchiedenen Orten Sibiriens zugebracht, und mehrere der vollſtändigſten Nordlichter geſehen, auch genau zugehorcht, aber nie ein Geräuſch wahrgenommen, oder von andern, daſs ſie es wahrgenommen hätten, gehört. Nirgends gebe es mehr und lebhaftere Nordlichter als in Island und in Grönland; aber weder der Biſchof Egede, der 15 Jahre in Grönland gelebt, noch der Prediger Horrebow, der 116 Nordlichter, die er in Island geſehen, beſchrieben habe, erwähnten eines Geräuſches. — Noch ein wichtiges Zeugniſs iſt das des Hrn von Buch im erſten Theile ſeiner Reiſe durch Norwegen S. 361. Selbſt im nördlichſten Theile Norwegens ſind, ſagt er, Nordlichter keine häufige Erſcheinung, ſondern etwa wie bei uns Gewitter. „Ein Ziſchen, ein Brauſen, oder überhaupt nur das geringſte Geräuſch haben aufmerkſame Beobachter weder in Nordland noch in Finmarken je dabei bemerkt. Ich habe danach viele bis zum Nordcap hin befragt; allein alle verſicherten einſtimmig, daſs ſie nur ſtille Nordlichter kennten, und nie etwas von Geräuſch dabei erfahren hätten etc.“ *Gilb.*

hört habe; er verglich es vorzüglich mit dem Brauſen (*bruiſſement*) eines groſsen Feuers. Bei dem groſsen Nordlichte, das ich in Unſt beobachtet habe, war die Brandung des Meers an der Küſte der Inſel, an welcher ich mich befand, zu heftig, als daſs ein ſolches Geräuſch hätte können bemerkt werden. Auch wird nicht behauptet, daſs man immer das Geräuſch des Meteors höre, ſondern nur, daſs dieſes manchmal der Fall ſey, wenn gerade die leuchtenden Strahlen in groſser Anzahl vorhanden ſind, und ſich mit der gröſsten Lebhaftigkeit bewegen, durchkreuzen und vermiſchen. Man kann hierüber aufs Gerathe wohl jeden Einwohner der Schetländiſchen Inſeln befragen, nicht leicht wird ſich einer finden, der nicht verſicherte, dieſes Geräuſch gehört zu haben, der es nicht ganz auf gleiche Weiſe wie die andern beſchriebe, und den es nicht verwundern ſollte, daſs irgend jemand daran zweifeln könne. Einige Grade weiter nördlich ſcheint jedoch dieſes Meteor noch ſehr viel ſtärker zu ſeyn. In einem Briefe, in welchem mir Hr. Edmonſton Nachricht von einem groſsen Nordlichte gab, das er am 1 November 1818 in Unſt beobachtete, führte er an, er habe gerade zwei glaubwürdige Perſonen in ſeinem Hauſe, welche auf der Fahrt von London nach den Schetländiſchen Inſeln vom Winde bis 63½ Grad Breite, alſo faſt bis zur Höhe von Island hinauf getrieben worden waren, als dieſes Nordlicht eintrat. Es machte ein ſolches Geräuſch, daſs die Matroſen ſich fürchteten auf dem Verdeck zu bleiben, und verbreitete ein ſo ſtarkes Licht, daſs es hinreichte um dabei den Schiffskompaſs zu beobachten.

Dieſen vielen Zeugniſſen zu Folge halte ich es für wahrſcheinlich, daſs das Meteor manchmal ſo tief herabkömmt, daſs es hörbar wird. Und es ſcheinen mir die Reiſenden Glauben zu verdienen, welche, wie Torbern Bergman (*Opuſcula phyſ. et chimica* t. 5. p. 297) anführt, verſicherten, auf dem Norwegiſchen Gebirge von dem Nordlichte umhüllt worden zu ſeyn, und dabei einen ſtarken Schwefelgeruch um ſich her verſpürt zu haben. Daſs ein Phyſiker von Bergman's Verdienſt ſich begnügen konnte, dieſe, wie er ſagt, ſehr verbreitete Meinung zu verwerfen, ohne der Sache weiter nachzuforſchen, muſs befremden. Sie ſey ungereimt, meint er, weil die Luft in der Höhe der Nordlichter viel zu *dünn* iſt, als daſs ſie ein hörbares Geräuſch machen könnten, und er ſelbſt habe bei aller Aufmerkſamkeit nie etwas bei einem Nordlichte gehört. Welchen Täuſchungen iſt indeſs nicht ſelbſt der beſte Beobachter ausgeſetzt, wenn er von einer Meinung eingenommen iſt! — In den Schriften der Londner Geſellſchaft der Wiſſenſchaften findet ſich ein am 18 November 1756 geſchriebener Brief abgedruckt, eines Profeſſors J. John am damaligen Collegium zu Edinburg, worin ein ſehr groſses Nordlicht beſchrieben wird, das ſich wenige Tage zuvor gezeigt hatte. Der Verfaſſer erwähnt darin ausdrücklich des Geräuſches, womit die Feuerſtrahlen erſchienen; er nennt es *a flaſhing noiſe*, und dieſer Ausdruck iſt ſehr paſſend um das durch einen Luftzug oder eine *Flamme* verurſachte Brauſen (*bruiſſement*) zu bezeichnen. — Blagden in ſeiner Beſchreibung eines Nordlichts vom 28 Auguſt 1783 führt an (*Philoſ.*

Transact. for 1784) Nairne ſey überzeugt, er habe ſelbſt zu Northampton das Geräuſch des Nordlichts gehört; dieſer geſchickte Künſtler verglich es mit dem Sauſen eines Luftſtroms (*a hiſſing or whizzing ſound*), und einer ſeiner Arbeiter, der in der Hudſonsbai geboren war, bezeugte die Sache als dort bekannt *). Der geſchickte Phyſiker Cavallo ſagt irgendwo, er habe von Nordlichtern ein ſolches Geräuſch gehört; und daſſelbe behauptete der durch ſeine Aufmerkſamkeit auf das kleinſte Detail der himmliſchen Erſcheinungen und ſeine naive Genauigkeit im Beſchreiben derſelben bekannte Pariſer Aſtronom Meſſier von dem Nordlichte, das er am 21 März 1762 in Paris beobachtet hatte (*Journ. des Savans* t. 6). Negative Zeugniſſe, *daſs kein Geräuſch gehört worden ſey*, können ſolche bejahende ſchwerlich aufheben, da dieſe nicht behaupten, daſs *immer*, ſondern nur daſs *manchmal* bei Nordlichtern ein Geräuſch gehört werde; und die völlige Uebereinſtimmung in ihrer Beſchreibung des Geräuſches, giebt ihren Zeugniſſen noch viel mehr Wahrſcheinlichkeit **).

*) Nach Steward's Beſchreibung der Prinz-Edward's Inſel in der St. Lorenz-Bucht in Nord-Amerika, unter 46° nördl. Breite, zeigt ſich dort das Nordlicht in allen Jahrszeiten, verkündigt gewöhnlich Südwind und Regen, fängt gewöhnlich in Norden an, ſteigt bis zum Zenith hinauf, erfüllt oft das ganze Himmelsgewölbe mit bläulichen, röthlichen und gelben Feuerſtrahlen, und man kann, nach ihm, in ſtiller Nacht dort deutlich das Geräuſch deſſelben hören. *Gilb.*

**) Herr de Chézy, der als Mitglied der Akademie der Inſchriften mit beauftragt war, die in der öffentlichen Sitzung der vier Akademien vorzuleſenden Aufſätze auszuwählen, bezeugte

5. Nochmaliger Ueberblick der Theorie.

Faſſen wir die hier entwickelten phyſikaliſchen Charaktere zuſammen, unter die ich, wie ich glaube, bisher keine Hypotheſe gemengt habe, ſo ſehen wir uns genöthigt folgendes anzuerkennen: Das Nordlicht beſteht aus wahren Wolken (*de véritables nuées*),

Hrn. Biot ſeine Verwunderung, daſs er es für nöthig halte, zu beweiſen, daſs das Nordlicht in unſerer Atmoſphäre ſey; denn auſser derſelben, ſagte er, könne es doch unmöglich ſeyn, da man es manchmal *höre*. Und nun erzählte er, daſs er noch als Knabe, bei vollkommen ſtillem Wetter, um 10 Uhr Abends, auf einer von allen Wohnungen entfernten Wieſe, mit ſeinem Vater und deſſen Familie ein groſses Nordlicht geſehen habe; ſein Vater, ein gelehrter Ingenieur, von dem ſich in den *Mémoires des Savans étrangers* eine ſehr gute Abhandlung über die Conſtruction der Niveaux findet, war ſehr überraſcht ein Geräuſch zu hören, und machte ſeine Kinder darauf aufmerkſam als auf eine ſehr ſeltene und merkwürdige Erſcheinung. Hr. von Chézy beſchrieb das Geräuſch gerade ſo, wie es die andern Augenzeugen gethan haben. Ein ſo förmliches Zeugniſs von ſo aufgeklärten Perſonen, laſſe, meint Hr. Biot, gar keinen Zweifel an der Wahrheit der Sache übrig; und doch könne er es noch dadurch verſtärken, daſs der berühmte Phyſiker Hr. Charles ihm verſichere, er habe auch einmal Gelegenheit gehabt, das Geräuſch des Nordlichts zu hören, und daſs auch dieſer es genau mit denſelben Charakteren ſchilderte, deren ſich alle anderen, welche das Brauſen ſelbſt gehört zu haben verſichern, dazu bedient haben. *Biot.* [Dieſen Zeugniſſen verdient noch beigefügt zu werden, daſs auch Herr Dalton unter ſeinen ſehr vielen Beobachtungen von Nordlichtern, die er zu Kendal gemacht hat, eins aufführt, das er *very grand* characteriſirt, deſſen äuſserſt lebhafte und glänzende Strahlen am 1 Aug. 1788 von 10 bis 11 Uhr Abends faſt den ganzen Himmelsraum bedeckten, und bemerkt: the were *ſaid to be heard. Gilb.*]

welche gewöhnlich aus Norden kommen, und eine ziemlich leichte Materie oder ein ſo feiner Stoff ſind, daſs ſie ſich lange Zeit in der Luft ſchwebend zu erhalten vermögen; ſie können unter Umſtänden leuchtend werden, und ſind, was man beſonders nicht überſehen darf, für den Erdmagnetismus empfindlich, und reihen ſich dem zu Folge von ſelbſt in Säulen, welche ſich gerade ſo nach der Erde zu richten, wie es wahre Magnetnadeln thun würden.

Nun aber kennen wir bis jetzt unter den irdiſchen Materien keine andern, deren Theilchen dem Magnetismus folgſam ſind, als einige Metalle. Es iſt daher wahrſcheinlich, daſs die Säulen des Meteors, wenigſtens groſsentheils, aus metalliſchen Theilchen von äuſserſter Feinheit beſtehen.

Daraus ergiebt ſich aber ſogleich eine andere Folgerung. Alle bekannten Metalle ſind gute electriſche Leiter; die verſchiedenen Luftſchichten aber ſind gewöhnlich mit ſehr ungleichen Mengen von Electricität angefüllt. Ein electriſcher Drachen giebt am untern Ende ſeiner metalliſchen Schnur gewöhnlich Zeichen poſitiver Electricität, indeſs wir, Hr. Gay-Luſſac und ich, bei unſerer gemeinſchaftlichen Luftfahrt *) an dem obern Ende eines Drahtes, den wir aus der Gondel in die tiefer liegenden Luftſchichten herab gelaſſen hatten, Zeichen negativer Electricität erhielten. Es bieten daher die in der Luft ſchwebenden, aus metalliſchen Theilchen beſtehenden Säulen des Nordlichts, welche in den Gegenden um den magnetiſchen Pol faſt lothrecht hängen, den ungleichen Electricitäten der

*) *Siehe diese Annal.* Jahrg. 1805 B. 20 S. 1. *Gilb.*

Luftſchichten in verſchiedenen Höhen, mehr oder minder vollkommene Leiter dar. Uebertrifft das Beſtreben dieſer Electricitäten ſich gleichmäſsig zu verbreiten den Widerſtand, den ihnen die Unvollkommenheit des Leitungs-Vermögens der Säulen entgegen ſtellt, ſo müſſen die Electricitäten längs dieſen Säulen hinflieſsen, und dabei muſs ihr Weg *leuchtend* erſcheinen, wie das allgemein bei nicht ſtetigem Zuſammenhang der Leitung geſchieht. Geht dieſes Ueberſtrömen in ſehr hohen Regionen der Atmoſphäre vor, wo die Luft bei ihrer Dünnheit der Bewegung der Electricität nur wenig Widerſtand leiſten kann, ſo iſt das Ueberſtrömen von keinem Geräuſche begleitet, gerade ſo, wie in unſern luftleeren Röhren; erſtreckt es ſich aber bis in die untern Luftregionen hinab, ſo muſs hier nothwendig das Blaſen und das Kniſtern *) entſtehen, welche in der That das Nordlicht zu begleiten ſcheinen, wenn es bis zu der Oberfläche der Erde herab kömmt.

Noch folgt hieraus, daſs, da das Meteor nur durch dieſe zufällige Urſach ſichtbar wird, es in der Luft vorhanden ſeyn, und auf die Magnetnadel wirken könne, ohne daſs man es gewahr wird. Auch iſt es möglich, daſs es nur in gewiſſen Stellen glänzend wird, an allen andern dunkel bleibt, indeſs in andern Fällen, wenn das electriſche Gleichgewicht plötzlich und allgemein aufgehoben wird, ſich die ganze meteoriſche Säulenreihe in einem Augenblicke zu entzünden vermag. Endlich überſieht man hieraus, warum das Meteor an Stärke in dem Maaſse abnehmen muſs, als

*) *ce ſouffle et ces petillemens.*

die meteoriſchen Wolken weiter nach den ſüdlichen Gegenden hinziehen: dort können ſie ſich nicht nur weiter ausbreiten, ſondern es müſſen auch die die Electricität leitenden Säulen, welche überall die Richtung der Magnetnadel annehmen, dort der horizontalen Lage ſich immer mehr nähern, und folglich ihre beiden entgegengeſetzten Enden in minder von einander entfernten Luftſchichten haben, die eben deshalb mit minder verſchiedenen Mengen von Electricität geladen ſind. Ueberdem giebt in dieſen ſüdlichen Gegenden die gröſsere Feuchtigkeit den Luftſchichten viel häufigere Gelegenheit ſich zu entladen, als in den nördlicheren.

Alle dieſe den Beobachtungen völlig entſprechenden Folgerungen, ergeben ſich, wie man ſieht, aus der einzigen Idee, daſs die Säulen, welche das Nordlicht ausmachen, wenigſtens groſsentheils, metalliſcher Natur ſind. Ihre Uebereinſtimmung mit den Erſcheinungen erhöhet daher gar ſehr die Wahrſcheinlichkeit dieſer Annahme, auf welche der Magnetismus der meteoriſchen Säulen uns zuerſt hingewieſen hat; und die innere Verbindung und genaue Abhängigkeit, in welche die ſo zahlreichen und ſo verſchiedenartigen Eigenheiten des Nordlichts mit einander unter dieſer Idee treten, geben ihr einen Charakter von Realität, welchen man ſelten in denjenigen phyſikaliſchen Betrachtungen antrifft, die nicht der Wahrheit gemäſs ſind.

Aber auſser den leuchtenden Strahlen *), die durch das bloſse Ueberſtrömen der Electricität zu entſtehen

*) *jets lumineux.*

ſcheinen, kömmt in Nordlichtern noch ein anderes Leuchten vor, das man ſich ſchwerlich erwehren kann für eine Erſcheinung wahren Verbrennens in denjenigen phosphoriſchen Wolken *) anzuerkennen, die, wie viele Beobachter bezeugen, und ich ſelbſt geſehen habe, ſich manchmal von dem Heerde des Meteors ablöſen, das Princip ihrer Phosphorescenz mit ſich führen, und von Zeit zu Zeit leuchtende Strahlen ausſtoſſen **), welche Raketenartig eine Spur weiſſen Lichts in der Luft hinter ſich laſſen. Man muſs es daher wenigſtens als etwas Wahrſcheinliches zugeben, daſs die Materie des Nordlichts Subſtanzen enthalten kann, die fähig ſind ſich zufällig zu entzünden, ſey es von ſelbſt, oder durch electriſche Entladungen, welche in der Subſtanz, die dieſe Wolken in ſich ſchlieſsen, vorgehen, und von deren mächtiger verbindender Kraft unſere Laboratorien uns täglich Beweiſe geben.

Nachſchrift von Gilbert.

Um die Leſer nicht zu ermüden, mache ich hier einen Ruhepunkt, und verſpare die zweite Hälfte des Aufſatzes für das nächſte Heft. Hr. Biot bildet in ihr die Dalton'ſche Theorie weiter aus, und ſie iſt einigermaſsen ein für ſich beſtehendes Ganzes. Dafür ſey es mir erlaubt hier noch ein Paar Worte über Dalton's Theorie und Herrn Biots Darſtellung derſelben zu ſagen, und einige zuverläſſige Nachrichten von den Nordlichtern, wie ſie ſich in Norwegen und in Lappland zeigen

*) *nuages phosphoriques.*

**) *lancent par intervalles des jets de lumière.*

und gezeigt haben, zur Vergleichung mit Hrn Biot's Nachrichten und Erklärungen beizufügen.

Die Dalton'ſche magnetiſch-electriſche Theorie des Nordlichts, welche Hr. Biot hier auf eine intereſſante, für das gröſsere Publikum berechnete Art entwickelt hat, war bisher völlig unbeachtet geblieben, und iſt noch ſo gut als unbekannt, obgleich Hr. Dalton in dem, was er von ſeinen meteorologiſchen Beobachtungen zu Mancheſter im J. 1801 bekannt gemacht hat (dieſe *Annal.* B. 15 S. 205) ausdrücklich bemerkte: die von ihm von 1793 bis 1801 beobachteten Nordlichter (32, indeſs er blos im J. 1788 53 bemerkt hatte) beſtätigen alle die Begriffe, welche er in ſeinen Eſſays von dem Nordlichte ſich gemacht habe, daſs nämlich ihre leuchtenden Strahlen cylindriſch, magnetiſch, und ſowohl einander als der magnetiſchen Neigung parallel ſind, und ihren Mittelpunkt im magnetiſchen Norden zu haben ſcheinen. Erſt als er ſein Werk vollendet hatte, fand er, daſs ſchon Halley ihm in der Meinung, das Nordlicht werde von dem Erd-Magnetismus verurſacht, vorangegangen ſey, und dieſe Meinung ſelbſt ſchon durch einen Verſuch zu unterſtützen geſucht habe. Halley ſtellte nämlich einen ſphäriſchen Magneten, oder eine ſogenannte *Terella*, mit dem einen Pole auf ein mit Eiſenfeile beſtreutes Brett, und glaubte in den geraden und krummen Linien, in welche die Eiſenfeile ſich ordnete, etwas den Strahlen des Nordlichts Aehnliches zu ſehen; das Licht des Nordſcheins aber vermochte er nicht zu erklären, da man damals von der Electricität nur eben erſt einige richtige Kenntniſſe zu erwerben anfing. Die Phyſiker gingen in Halley's Vorſtellungen von dem Nordlichte damals nicht ein; erſt der oben angeführte *Anonymus* wies wieder auf den Magnetismus als Urſache des Nordlichts zurück, und Hrn Dalton gebührt der Ruhm, für die

magnetiſche Natur des Nordlichts den Beweis wirklich gegeben zu haben, ſo weit als dazu unſere bisherigen Mittel reichten.

Herr Biot übergeht in ſeiner Darſtellung der Dalton'ſchen Theorie ganz zwei Haupt-Schwierigkeiten, die der Erklärung, wie ſie von ihm hier vorgetragen iſt, in dem Wege ſtehen, und die Hr. Dalton ſehr wohl gefühlt zu haben ſcheint. Wie iſt es möglich, daſs Metalltheile, auf die der Magnet wirkt, ſeyen ſie auch noch ſo fein, in ſolchen groſsen Maſſen und Höhen, wie ſie die Nordlicht-Säulen nach dieſer Theorie haben müſsten, [1½ deutſche Meilen dick, 15 d. Meilen lang, und an der Grundfläche in einer Höhe von 15 d. Meilen über der Erdfläche hängend, wie Dalton für ein am 30 März 1793 beobachtetes Nordlicht berechnete], geraume Zeit lang in der Atmoſphäre ſchweben könnten, ohne zur Erde herab zu ſinken? und wie wäre es möglich, daſs durch ſie hindurch, bei einer ſolchen Beſchaffenheit, Fixſterne noch ſichtbar bleiben könnten, wie das doch bei den Bogen und Strahlen des Nordlichts wirklich der Fall iſt? Hr. Dalton gab ſeine dem Magnetismus gerade ſo wie das Eiſen unterworfene (und nur in ſo fern von ihm *eiſenartig* genannte) Materie des Nordlichts, für *gasartig* aus, und forderte die Phyſiker und Chemiker auf, in dieſer Hinſicht die gasförmigen Körper zu prüfen.

Daſs die neueſten Entdeckungen über die electriſche Natur des Magnets und über die wahre Urſach des Magnetismus der Erde, von groſsem Einfluſs auf eine magnetiſche Theorie des Nordlichts ſeyn müſſen, fällt in die Augen; doch ſind wir noch nicht ſo weit, daſs man ſich dabei mit einigem Erfolg auf das Ausmalen einlaſſen könnte. Hrn Biot's Vermuthungen über die wahre Natur des Nordlichts, die dieſen Entdeckungen um eine kurze Zeit vorangingen, verlieren daher durch ſie noch nichts an Werth. Gilbert.

II.

Einiges von Nordlichtern aus Lappland und aus Norwegen,

VON GILBERT.

Nicht leicht haben Naturforscher eine bessere Gelegenheit gehabt sich über die Erscheinungen des Nordlichts im hohen Norden zu belehren, als die vier französischen Akademiker, welche in den Jahren 1737 und 38 die Messung eines Grades eines Meridians bei Torneo, an dem nördlichsten Ende des Botnischen Meerbusens ausgeführt haben. Im September und October stellten sie auf dem Berge Kittis bei Pello, in den beiden folgenden Monaten zu Torneo astronomische Beobachtungen an, um die Bogen-Länge ihrer Dreieckskette und die Lage derselben gegen den Meridian zu bestimmen; die zehn letzten Tage des Decembers massen sie auf dem mit Schnee bedeckten Eise des Torneoflusses zweimal eine fast 2 geogr. Meilen lange Grundlinie, beim hellen Schein der Nordlichter, und nur den übrigen Theil des Winters verlebten sie in den in Schnee vergrabenen Häusern zu Torneo. Ich übertrage hierher, was Hr. von Maupertuis von den Nordlichtern sagt *).

„Sobald das Dunkel der Nacht anfängt, erhellt ein tausendfarbiges und tausendfach gestaltetes Feuer den

*) *Mémoires de l'Acad. Roy. des Sc. A. 1737. p. 420.* G.

Himmel, und ſcheint die Lichtbedürftige Erde für die lange Abweſenheit der Sonne entſchädigen zu wollen. Es hat keinen beſtimmten Stand, wie in unſern ſüdlicheren Gegenden. Zwar zeigt ſich oft in Norden ein ſtehend bleibender Lichtbogen, mehrentheils jedoch nimmt das Licht den ganzen Himmel ohne Unterſchied ein. Manchmal fängt es mit einem groſsen Gürtel (*écharpe*) klaren beweglichen Lichtes an, deſſen Enden auf dem Horizont ſtehen, und das den Himmel ſchnell durchläuft, nach Art wie die Fiſcher ihr Netz fortziehen, und dabei immer ſenkrecht gegen den Meridian bleibt *). Nach dieſem Vorſpiele pflegen ſich alle Feuer im Zenith zu vereinigen, und dort den Mittelpunkt einer Art von Krone zu bilden. Nicht ſelten ſtehen am Südhimmel Bogen, wie wir ſie nur nach Norden ſehen; manchmal in Süden und in Norden zugleich, deren höchſte Punkte ſich nähern, während ihre Enden nach dem Horizonte zu ſich von einander entfernen. Ich habe ſolche entgegengeſetzte Bogen geſehen, deren Scheitel ſich beinahe im Zenith berührten. Beide ſind manchmal von mehreren concentriſchen Bogen umgeben. Aller Gipfel iſt in dem Meridiane, doch mit einiger weſtlichen Abweichung, welche mir nicht immer dieſelbe zu ſeyn ſchien, und die manchmal unmerklich war. Einige dieſer Bogen haben ihre gröſste Breite über dem Horizonte, werden nach dem Zenithe zu ſchmäler, und bilden über demſelben mehr als die Hälfte einer groſsen Ellipſe.“

„Man würde nicht endigen, wollte man alle Geſtalten, welche dieſes Feuer annimmt, und alle Bewegun-

*) Dieſem einiger Maſsen entſprechend zeigte ſich der Anfang des groſsen Nordlichts am 22 October 1804, den ich in Halle beobachtete (*ſ. oben S. 11 a.*) Gilb.

gen beſchreiben, in die es geräth. Bei der gewöhnlichſten Art der Bewegung hat es Aehnlichkeit mit Fahnen, die man in der Luft ſchwenkt, und nach den Nuancen der Farben, die es zeigt, könnte man es für groſse Streifen geflammten Atlaſſes nehmen. Manchmal kleidet dieſes Feuer einige Orte des Himmels in Scharlach. Ein Schauſpiel dieſer Art habe ich am 18 December zu Ober-Torneo geſehen, und es erfüllte mich mit Bewunderung, ſo ſehr ich auch an den Anblick des Nordlichts ſchon gewöhnt war. Gegen Süden zeigte ſich eine groſse Stelle des Himmels in einem ſo lebhaften Roth, daſs das ganze Sternbild des Orion wie in Blut getaucht war *); dieſes Licht ſtand anfangs ſtill, wurde aber bald beweglich, nahm andere Farben, violett und blau, an, und bildete eine Kuppel, deſſen höchſter Punkt nur wenig von dem Zenith nach Süd-Weſten zu abſtand; der hellſte Mondſchein benahm dieſem Schauſpiel an Schönheit nichts. Ich habe nur zwei ſolche rothe Nordlichter geſehen. Sie ſind auch dort ſelten, wo es Nordlichter von ſo vielen Farben giebt, und man fürchtet ſie als Vorboten groſsen Unglücks. Daſs daſs Volk in den Nordlichtern feurige Wogen, kämpfende Heere und hunderterlei Wunderdinge zu erblicken glaubt, wird ſehr erklärlich, wenn man hier Nordlichter geſehen hat.“

*) Alſo ganz eine ähnliche Erſcheinung, als die von mir im vorhergehenden Hefte beſchriebene, welche ich am 6 Octob. 1819 bei Zürich ſah, nur daſs hier die ſich färbenden Stellen ziemlich im Scheitelpunkte ſtanden, und verſchwanden und wieder erſchienen ohne ſcheinbare Bewegung, wie ich das ſchon einmal in einer Sommernacht wahrgenommen hatte (ſiehe Ann. B. 30 S 243) Das in der vorigen Anmerkung erwähnte Nordlicht fing mit einer ſolchen blutrothen Färbung einer Stelle des Himmels am nördlichen Horizonte an. *Gilb.*

So weit Hr. von Maupertuis, der von ziſchenden Nordlichtern nichts erwähnt, obgleich er in einer an Nordlichtern weit reichern Zeit als Hr. KHr. von Buch in Lappland war (vergl. oben S. 33). — Folgendes entlehne ich aus den durch die neueſten Entdeckungen an Wichtigkeit noch ſehr gewinnenden „Unterſuchungen über den Magnetismus der Erde“ des Prof. Hanſteen zu Chriſtiania.

„Der Magnetnadel Zuſammenhang mit dem *Nordlichte* iſt ſo deutlich, allgemein und beſtandig, ... daſs es ſelten oder nie fehl ſchlägt, daſs ſich nicht an Tagen, wenn die Nadel eine ungewöhnliche Bewegung hat, Nordlichter am Himmel zeigen, und öfters brennen ſie am hellſten, während die Nadel am ſtärkſten hin und her ſchwankt . . . . Die Nordſpitze der Nadel ſcheint den Nordlichtern zu folgen und ſich nach ihnen zu ziehen, wenn ſie allein oder wenigſtens am ſtärkſten ſey es in Weſten oder in Oſten angehäuft und brennend ſind. Sehr oft hat mich ſo die Nadel, zumal wenn ſich erſt die Lichter entzünden, von ihrer Lage belehrt. Dagegen wurde ſie weniger beunruhigt, wenn die Nordlichts-Wolke ſehr niedrig ſtand, oder der Bogen nach der magnetiſchen Richtung gleichmäſsig bis zum Zenith und über daſſelbe empor ſtieg, und die Flammen ſich allenthalben gleich vertheilten; ſie ſteht dann oft einige Minuten lang mit kleinen ſchnellen Bebungen ſtill, wenn auch der Himmel mit Strahlenſchüſſen und Blitzen weit über das Zenith hinaus bis nach Süden überzogen iſt. Selten läuft es dann aber ohne ungleiches Vertheilen der Flammen ab, welches ſich ſogleich durch gröſsere

Veränderungen in dem Stande der Nadel zu erkennen giebt."

. . . . „Was ich bisher gefunden habe, beſteht darin, daſs das Centrum der ſogenannten *Nordlichts-Sonne*, (die bekanntlich nicht weit von Zenith ſteht, und bisweilen nach allen Himmelsgegenden die ſchönſten Strahlen verbreitet, gleichſam ein Zelt bildend) ſich in derſelben Richtung zeigt, welche die Neigungs-Nadel hat [vergl. oben S. 8 u. 11]. Dieſe Sonne iſt, wie Cotes und andere richtig gezeigt haben, nichts, als eine optiſche Projection der nach dieſer Richtung parallel emporſteigenden Strahlen des Nordlichts am eingebildeten Himmelsgewölbe. Die Nordlichts-Fammen ſteigen alſo gerade in derſelben Richtung empor, welche die magnetiſche Kraft, wenn ſie allein waltet, den Inclinations-Nadeln giebt: . . . Daſs ſie wirklich erſt wenn ſich dieſe Richtung ändert, auf die Inclinations-Nadel wirkt, habe ich mehrere Male deutlich bemerkt. So lange die Nordlichts-Krone an der gewöhnlichen Stelle ſtand, war die Neigungs-Nadel ruhig, gab es aber ſogleich durch eine merkliche Veränderung von 10, 20, ja 60 Minuten zu erkennen, wenn dieſer Mittelpunkt einige Grade höher hinauf oder weiter herab rückte; die Nordlicht- und die Magnet-Richtung änderten ſich alſo zugleich. Die Abweichungs-Nadel ſenkte ſich bei ſolchen Gelegenheiten mit ihrer Nordſpitze merklich herab, wie ich das während des prächtigen rothen Nordlichts den 18 Jan. 1770 ſah, oder ſchlägt aufwärts an das Glas, welches unter andern drei Mal nach einander den 13 Dec. 1765 geſchah, während das Nordlicht gewaltig im Zenith flammte."

III.

Beſchreibung der Dampfmaſchine, welche auf der kön. preuſs. Eiſengieſserei bei Berlin das Cylinder-Gebläſe in der neuen Cupolo-Hütte betreibt;

von dem

Oberbergamts-Referendarius Brömel, in Berlin.

(Mit zwei Kupfertafeln.) *)

Das Aufſchlage-Waſſer, welches der Eiſengieſserei bei Berlin zu Gebote ſteht, iſt theils zu klein, um ein Gebläſe für die Cupolo-Oefen das Jahr hindurch zu betreiben, theils wird es zur Bewegung der Bohr- und Dreh-Anſtalten benutzt. Man war daher als im vorigen Jahre die neue Cupolo-Hütte daſelbſt errichtet wurde, gezwungen, das erforderliche Gebläſe durch

*) Einen Wunſch, den ich ſeit langer Zeit hatte, eine durch genaue Zeichnungen veranſchaulichte Beſchreibung einer Dampfmaſchine, bei der die vorzüglichſten der allmählig aufgefundenen Verbeſſerungen benutzt wären, ſo abgefaſst, wie ſie zur vollſtändigen Belehrung von Phyſikern ſeyn muſs, als Fortſetzung der in dieſen Annalen enthaltenen Aufſätze zur Geſchichte der Dampfmaſchinen, meinen Leſern vorlegen zu können, — dieſen Wunſch ſehe ich auf eine ausgezeichnete Weiſe

eine Dampfmaſchine zu betreiben. Dieſe ſollte groſs genug ſeyn, um nöthigenfalls für zwei Cupolo-Oefen den Wind zu liefern, obgleich in der neuen Hütte ſelten mehr als 40 Centner Guſswaaren täglich gemacht werden, und alſo ein Ofen die dortige Gieſserei hinlänglich mit Eiſen verſieht.

Man hatte die Wahl die Dampfmaſchine entweder in der hieſigen Fabrik des Mechanikus Freund verfertigen zu laſſen, oder ſie von England zu verſchreiben. Die groſsen Koſten des Ankaufs, des Transports, und beſonders der Aufſtellung der engliſchen Maſchinen, und der bedeutende Steinkohlen-Aufwand, den ſie zur Feuerung des Keſſels erfordern, ſprachen zum Vortheil der Freund'ſchen Maſchinen um ſo mehr, als es auch Pflicht war, die erſt im Jahre 1818 errichtete vaterländiſche Fabrik zu unterſtützen. Hr. Freund hat ſeine Maſchinen mit mehrern vorzüglichen Einrichtungen verſehen, die, ſoviel mir bekannt iſt, den engliſchen Maſchinen fehlen, und wohin beſonders die Condenſirung der Dämpfe ohne Einſprützwaſſer, und die Anwendung des ſogenannten Spar-

durch gegenwärtigen Aufſatz befriedigt. Ich verdanke ihn dem wiſſenſchaftlichen Eifer des Hrn Geh. Ob. Bergraths Martins, Director des kön. Brandenb. Ob. Bergamts in Berlin, den ich im Namen der Freunde der Phyſik um einen ſolchen Aufſatz bat, als ich im vorigen Jahre die durch ihre kunſtreichen Guſswaaren berühmte kön. Eiſengieſserei in ſeiner Geſellſchaft beſuchte. Auf ſeinen Betrieb nahm der Hr. Verf. die Zeichnungen auf, und erſt nachdem er ſich ſelbſt von der Richtigkeit derſelben und der Beſchreibung überzeugt hatte, ſtellte er mir beide, um für dieſe Annalen von ihnen Gebrauch zu machen, zu. *Gilbert.*

hahns gehören. Ein Königliches auf zehn Jahr ausgeſtelltes Patent vom 27 Novbr. 1818 ſichert demſelben in der ganzen Preuſsiſchen Monarchie allen Gewinn, den ihm ſeine Erfindung nur gewähren kann. Leider ſtarb dieſer ausgezeichnete Mann in der Blüthe ſeines Lebens, nachdem er nur ein Jahr der Fabrik vorgeſtanden, vier Maſchinen vollendet und zwei in Arbeit genommen hatte. Sein jüngerer Bruder leitet ſeit dieſer Zeit die Fabrik, und hat die angefangenen Maſchinen vollendet, auch ſchon zwei neue erbaut. Alle dieſe Maſchinen ſind auf gleiche Weiſe eingerichtet und nur in der Gröſse von einander verſchieden, je nachdem ſie zu 2, 4, 6 oder 10 Pferden Kraft berechnet wurden.

Die auf der hieſigen Eiſengieſserei errichtete Freund'ſche patentirte Dampfmaſchine habe ich auf den beiden beigefügten Kupfertafeln im Ganzen und im Einzelnen abgebildet. Die erſte Tafel zeigt die Vorder-Anſicht und den Grundriſs derſelben; auf der zweiten Tafel ſind mehrere einzelne Theile für ſich dargeſtellt. Ich ſchicke eine allgemeine Ueberſicht über die Maſchine voran, und wende mich dann erſt zur genauen Beſchreibung derſelben im Einzelnen. Alle Angaben von Maſsen beziehen ſich auf den *rheinländiſchen* Fuſs, und alle Angaben der Gewichte auf den *preuſsiſchen* Centner.

Allgemeine Ueberſicht der Maſchine.

Im dem *Dampfkeſſel A* (Taf. I Fig. 2) werden die Dämpfe gebildet, und durch die liegende Röhre *B*

in eine ſtehende Röhre, die *Dampfſäule C* (Fig. 1), geleitet. Der in der Mitte dieſer letztern befindliche *Dampf-Hahn D* iſt ſo eingerichtet, daſs er die Dämpfe theils über, theils unter dem Kolben des *Cylinders E* führt, und dadurch das Heben und Senken des *Balanciers FF* bewirkt. Ehe die Dämpfe zu dieſem Hahn gelangen, ſtrömen ſie durch einen andern, den *Spar-Hahn T* (Fig. 2), welcher ihre Communication mit dem Dampfhahn hemmt, ſobald der Kolben bis in die Mitte des Cylinders gelangt iſt, wodurch ſehr viel Dampf geſpart wird. Da nämlich dann der Kolben ſchon eine gewiſſe Geſchwindigkeit beſitzt, ſo bedarf es nicht mehr eines Drucks der Dämpfe mit derſelben Expanſivkraft als zu Anfang, damit er die andere Hälfte des Weges zurücklege. Der gebrauchte Waſſerdampf tritt in kupferne Röhren, welche ſich in einem mit kaltem Waſſer gefüllten Kaſten, dem *Condenſor G* (Fig 1 und 2), befinden, und blos durch dieſes Mittel wird er ſo erkältet, daſs er ſich zu Waſſer verdichtet. Die *Luft-Pumpe H*, und die *Heiſs-Waſſer-Pumpe I* ziehen dieſes durch Verdichtung des Dampfs entſtandene Waſſer aus den Röhren, und heben es ſo hoch, daſs es durch die Röhre *U* (Fig. 2) wieder in den Keſſel flieſst, um dort von neuem in Dampf verwandelt zu werden. Das Waſſer im Condenſor wird nach und nach warm, und muſs durch anderes kaltes Waſſer erſetzt werden. Die *Kalt-Waſſer-Pumpe K* hebt daher aus einem Brunnen das erforderliche Waſſer führt es von unten in den Condenſor, und zwingt dadurch das obere heiſse Waſſer zum Abflieſsen durch die Röhre *h* (Fig. 1).

An der andern Seite des Balanciers hängt der Kolben des *Cylinder-Gebläſes*, welches, wie die Dampfmaſchine, doppelt wirkend iſt. Der Cylinder deſſelben, *L*, hat nämlich oben und unten Oeffnungen für das Einnehmen der atmoſphäriſchen Luft, und auch Oeffnungen zum Auspreſſen der verdichteten Luft in die *Windleitung M*. Die Ventile ſind ſo geſtellt, daſs, wenn die atmoſphäriſche Luft über dem Kolben tritt, die unter demſelben befindliche Luft verdichtet und in die Windleitung geführt wird, und bei dem Heben des Kolbens findet der umgekehrte Fall ſtatt; woraus ſich die Doppel-Wirkung des Gebläſes leicht erklärt. Die verdichtete Luft wird hierauf in den *Waſſer-Regulator N* geführt, aus welchem ſie durch beſondere Röhrenleitungen zu den beiden Cupolo-Oefen gelangen kann.

Noch iſt zu bemerken, daſs an dem Balancier eine *Pleyelſtange P* (Fig. 1) befeſtigt iſt, welche mittelſt Krummzapfen das *Schwungrad Q* bewegt. Durch eine ſchickliche Verbindung mit der Schwungrad-Welle, wird die Bewegung des Dampf-Hahns und die des Spar-Hahns bewirkt, welche Vorrichtung die *Steuerung* genannt wird. Auch werden durch dieſe Welle zwei metallene Kugeln *R, R* (Fig. 1) bewegt, die bei ſchnellem Gange der Maſchine ſich von der mittlern Spindel entfernen können, dabei aber zugleich den *Hahn des Regulators S* (Fig. 2) etwas drehen, da dann weniger Dämpfe zum Cylinder ſtrömen. Der Gang der Maſchine wird dadurch gleichförmig erhalten, und man nennt daher dieſe Vorrichtung den *Regulator* oder *Governor*.

Nähere Beſchreibung der Maſchine.

Es wird bei dieſer Beſchreibung zweckmäſsig ſeyn, die Theile der Maſchine in folgender Ordnung zu betrachten:

1) den Dampfkeſſel;
2) die Leitung der Dämpfe zu dem Dampf-Cylinder;
3) den Dampf-Cylinder und ſeinen Kolben;
4) den Condenſor, und wie das kalte Waſſer für ihn herbei geſchafft wird;
5) die Pumpen, welche das aus den verdichteten Dämpfen entſtandene Waſſer in den Keſſel heben;
6) den Balancier, die Vorrichtungen zum ſenkrechten Erheben des Kolbens, das Schwungrad und den Regulator;
7) die Steuerung;
8) die Einrichtung des Cylinder-Gebläſes und des Waſſer-Regulators.

1. Der Dampfkeſſel.

Man ſieht ihn im Grundriſs in Fig. 2 Taf. I, im Längen-Profil in Fig. 3 Taf. II, und in der hintern Anſicht in Fig. 4 dargeſtellt. Er iſt walzenförmig, hat 10 Fuſs Länge im Lichten und 3 Fuſs Durchmeſſer, und iſt von gewalztem Eiſenblech verfertigt. Der Breite nach liegen 7 Bleche abwechſelnd über einander und ſind zuſammengenietet. Der Länge nach iſt der Keſſel getheilt, und ſeine Hälften werden durch Schrauben zuſammen gezogen. Die der unmittelbaren Einwirkung des Feuers ausgeſetzten Bleche ſind $4\frac{1}{2}$, die andern nur $3\frac{1}{2}$ Linien ſtark. In dem untern Theile des Keſſels befindet ſich eine eiſerne, in zwei Stücken gegoſſene,

ovale *Feuer-Röhre a*, von 85 Quadr. Zoll Querſchnitt. Die auf dem *Roſte b* durch Steinkohlen oder Torf genährte Flamme, ſtrömt unterhalb des Keſſels nach deſſen hinterer Seite durch eine Oeffnung von 240 Quadr. Zoll, und dann durch die Feuer-Röhre *a* wieder nach der vordern Seite zurück. Da der Keſſel bis zu ſeiner halben Höhe mit Waſſer gefüllt iſt, ſo liegt dieſe Röhre im Waſſer ſelbſt und bewirkt eine ſchnelle Entwickelung der Dämpfe. Der ſo bis zur Axe gefüllte Keſſel enthält 25 Kub. Fuſs Waſſer; es bleibt alſo noch für den Dampf ein Raum von 34 Kub. Fuſs. Der Roſt liegt zur Hälfte unter dem Keſſel, iſt etwas nach hinten geneigt, und 600 Quadr. Zoll groſs. Der Zwiſchenraum zwiſchen den Roſtſtäben, durch welche die Luft zu dem auf dem Roſte befindlichen Brennmaterial treten kann, beträgt den fünften Theil der ganzen Roſtfläche.

An dem vordern Ende der Feuerröhre theilt ſich der Zug in zwei Arme, welche zu beiden Seiten des Keſſels nach der hintern Seite deſſelben gehen, und 54 Q. Z. weit ſind. In Fig. 4 ſind ſie durch *c c* bezeichnet. Beide Arme vereinigen ſich an der hintern Seite des Keſſels zu einem Kanal von 108 Q. Z., und aus dieſem ſtrömt dann die Flamme in den 34 Fuſs hohen 168 Q. Z. im Querſchnitt haltenden Schornſtein. Der letztgenannte Kanal läſst ſich durch einen Schieber *q* (Fig. 2) unterbrechen, damit der Keſſel während des zwanzigſtündigen Stillſtandes nicht ſehr kalt werde, und nicht zu viel Brennmaterial zur neuen Erheitzung bedürfe, eine Erſparung, die bedeutend iſt, da der während dem Gange der Maſchine auf 99° R. erhitzte Keſſel, nach

beendigtem Stillſtande, im Winter noch 56°, im Sommer noch 66° Wärme beſitzt.

Auf dem Keſſel befindet ſich das *Fahrloch d*, das *Sicherheits-Ventil e*, ein *Thermometer f*, und eine Röhre *g*, mit welcher die *Dampf-Röhre B* verbunden iſt. Mittelſt des *Fahrlochs* kann man zur Ausbeſſerung des Keſſels in denſelben gelangen; es iſt durch ein aufgeſchraubtes Eiſenblech verſchloſſen. Das *Sicherheits-Ventil e* beſteht aus einem einarmigen Hebel, an welchem ein Kegel-Ventil von 4,78 Q. Z. Querſchnitt befeſtiget iſt, das durch ein auf dem Hebel ruhendes Gewicht *K* (Fig. 4) angedrückt wird. Da bei dieſer Maſchine die Dämpfe den Druck der Atmoſphäre nie um mehr als 17 Pfund auf den Quadr. Zoll überſteigen, ſo iſt der Hebel und das Gewicht des Sicherungs-Ventils nur auf 18 Pfund Druck eingerichtet; ſobald die Dämpfe eine höhere Spannung erlangen, öffnet es ſich, und da dann die Dämpfe entweichen, können ſie kein Zerſprengen des Keſſels bewirken. Das *Thermometer f* zeigt die Temperatur der Dämpfe. Die *Röhre g* ſteht unmittelbar mit dem Keſſel in Verbindung, und iſt mit einer Muffe verſehen, in welche die *Dampf-Röhre B* geſteckt, und durch vier Schrauben befeſtiget iſt.

Mit dem Dampfraume des Keſſels ſteht noch ein *Queckſilber-Barometer* in Verbindung, welches von dem gewöhnlichen nur darin verſchieden iſt, daſs in dem einen Schenkel der Dampf, in dem andern die Atmoſphäre drückt. Der Unterſchied des Drucks beider expanſiblen Flüſſigkeiten wird durch die Queckſilberſäule angegeben. Mit der *Röhre U*, durch welche das aus den verdichteten Dämpfen entſtandene Waſſer

dem Keſſel wieder zugeführt wird, iſt der Keſſel verbunden durch eine in dem Waſſerraume deſſelben geführte Röhre. Eine mit dem obern und untern Theile des Keſſels in Verbindung ſtehende *gläſerne Röhre* (Fig. 4.) zeigt auſserhalb deſſelben dem Maſchinen-Wärter die Höhe an, welche das im Keſſel befindliche Waſſer einnimmt.

2. Die Leitung der Dämpfe zum Dampf-Cylinder.

Die Dampfröhre *B* ſchlieſst an eine *gebogene Röhre V*, welche die Verbindung des Keſſels mit der Dampfſäule *C* vollendet. In der gebogenen Röhre befinden ſich zwei Hähne, der Regulator-Hahn *S* und der Spar-Hahn *T*, indeſs der Dampf-Hahn *D* in der Dampf-Säule *C* angebracht iſt.

Der *Regulator-Hahn S*, den man in Fig. 5 dargeſtellt ſieht, iſt ſo durchbohrt, daſs, wenn man ſeinen Umfang in drei gleiche Theile theilt, zwei der Theilungspunkte mit einander verbunden ſind. Der Hahn läuft in einer Hülſe (Fig. 6), welche mit drei gleich weit von einander entfernten Seiten-Oeffnungen verſehen, und in der Röhre *V* befeſtiget iſt. Von dieſen Oeffnungen liegt die eine nach der Röhre *B*, die zweite nach der Dampfſäule *C* zu, und nur die dritte nach oben gerichtete geht nach auſsen. Iſt der Hahn in einer ſolchen Lage, daſs ſeine Oeffnungen auf die beiden erſtern der Hülſe treffen, ſo können die Dämpfe vom Keſſel zum Cylinder gelangen. Hat man den Hahn aber ſo gedreht, daſs die obere Oeffnung der Hülſe mit der nach dem Keſſel zu liegenden in Verbindung ſteht, ſo iſt den Dämpfen der Zutritt zum

Cylinder verſchloſſen und ſie ſtrömen nach oben in die Ausblaſungs-Röhre *m*. Dieſe iſt in Fig. 1 dargeſtellt und geht von dem Regulator-Hahn nach der Röhre *n*, durch welche die gebrauchten Dämpfe zum Condenſor ſtrömen. Man läſst dieſen Weg die Dämpfe in dem Falle nehmen, wenn beim Anlaſſen der Maſchine die in den Condenſor-Röhren befindliche atmoſphäriſche Luft durch ſie ausgetrieben werden ſoll; iſt das geſchehen, ſo verdichtet ſich der Dampf in ihnen wieder zu Waſſer, und die Pumpen heben dieſes heraus. Nur auf dieſe Art iſt ein luftleerer Raum in den Condenſor-Röhren darzuſtellen, der vorhanden ſeyn muſs, ſollen die zu verdichtenden Dämpfe ſchnell in die Röhren ſtrömen, und ein raſches Verdichten Statt finden. Während des Gangs der Maſchine muſs der Regulator-Hahn ſo geſtellt ſeyn, daſs die Dämpfe zum Cylinder gelangen können; in dieſer Lage bleibt er unverändert, nur daſs bei ſehr raſchem Gange der Maſchine der Regulator ihn etwas zudreht, ſo daſs dann weniger Dämpfe zum Cylinder ſtrömen und eine beſtimmte Anzahl Wechſel der Maſchine nicht überſchritten werden kann. Zu dieſem Zwekke iſt der Hahn mit einem Hebel *a* (Fig. 5) verſehen, in welchen eine vom Regulator herabgehende Zugſtange (Fig. 1) greift. Die Oeffnung des Regulator-Hahns iſt 1,86 Q. Z. groſs.

Der *Spar-Hahn T* iſt in Fig. 7 einzeln vorgeſtellt. Man hat ihn nur einmal, und zwar gerade durchbohrt, ſo wie auch ſeine Hülſe (Fig. 8) nur zwei Oeffnungen, die eine nach der Röhre *B*, die andere nach der Säule *C* zu, beſitzt. Dieſer Hahn wird während des Gangs der Maſchine dergeſtalt bewegt, daſs die

Verbindung zwiſchen Keſſel und Cylinder in dem Augenblick eintritt, wenn der Kolben des Cylinders zu ſteigen oder zu ſinken beginnt. Dagegen wird der Hahn verſchloſſen, wenn der Kolben bis in die Mitte des Cylinders gelangt iſt. Will man die Dampfmenge genau berechnen, die er zu dem Cylinder ſtrömen läſst, ſo iſt zu bemerken, daſs die Oeffnung deſſelben am breiten Ende $\frac{15}{16}$ Zoll, und die des Futters $\frac{9}{16}$ Zoll breit und 3 Zoll lang iſt, und daſs die Oeffnung des Hahns bei ſeiner gröſsten Wendung nach oben oder nach unten, ſo weit gebracht iſt, daſs $\alpha\beta$ (Fig. 9) $\frac{3}{8}$ Zoll beträgt.

Sind die Dämpfe auch durch dieſen zweiten Hahn geſtrömt, ſo gelangen ſie zu dem in der Mitte der Dampfſäule befindlichen *Dampf-Hahn D.* Dieſer iſt zweimal durchbohrt, wie man ihn in Fig. 10 vorgeſtellt findet. Wenn man nämlich ſeinen Umfang in vier Theile theilt, ſo ſind je zwei benachbarte Theilungspunkte mit einander durch eine Durchbohrung verbunden. Das Futter dieſes Hahnes (Fig. 11) hat vier Oeffnungen; die eine iſt nach dem obern, die zweite nach dem untern Ende der Dampfſäule, die dritte nach der Dampfröhre *V* gerichtet, und die vierte Oeffnung liegt nach der Seite des Cylinders zu, woſelbſt an die Säule die Röhre *n* geſchraubt iſt, welche die gebrauchten Dämpfe dem Condenſor zuführt. Die vier Oeffnungen des Futters ſind, wie die des Dampf-Hahns, um einen Viertelkreis von einander entfernt, und wie dieſe $2\frac{1}{8}$ Zoll lang und $1\frac{3}{8}$ Zoll oben breit. Durch die Steuerung wird der Hahn, ſowohl beim Steigen, als Sinken des Kolbens, um einen Viertel-Kreis gedreht. Das Spiel des Hahns wird aus Fig. 12 deutlich. Be-

zeichnet x den obern, y den untern Theil der Dampfsäule, so hat der Hahn, wenn der Kolben am höchsten steht, die Lage α, so dafs keine der vier Oeffnungen des Futters mit einander communiciren. Jetzt dreht sich der Hahn um einen Achtel-Kreis und erhält dadurch die Lage β; sogleich strömen Dämpfe vom Kessel, aus der Röhre V durch x über den Kolben, und die unter dem Kolben befindlichen Dämpfe gehen durch y in die Röhre n nach dem Condensor, wo sie verdichtet werden. Unter diesen Umständen mufs der Kolben sinken. Ehe noch derselbe seinen tiefsten Stand erreicht, rückt der Hahn in die Lage α zurück, in welcher keine Communikation der vier Oeffnungen des Futters unter einander statt findet. Ist der Kolben auf dem Boden des Cylinders angekommen, so dreht sich der Hahn noch weiter zurück, und erhält die Lage γ, in welcher der umgekehrte Fall als in der Lage β Statt findet; die über dem Kolben befindlichen Dämpfe strömen durch x und n in den Condensor, und neue Dämpfe begeben sich vom Kessel aus durch V und Y unter den Kolben und bringen diesen zum Steigen. Ist letzterer in dieser Bewegung, so geht der Hahn wieder vorwärts und kömmt in die zuerst angenommene Lage α.

Die Bewegung des Dampfhahns in die verschiedenen Lagen α, β und γ geschieht nicht ruckweise, sondern allmählig, so dafs derselbe fast keinen Augenblick in Ruhe ist. Hierbei ist es nicht füglich einzurichten, dafs in demselben Augenblicke schon Dämpfe über den Kolben treten, wenn er seinen höchsten Stand erreicht hat, sondern letzterer beginnt wegen des Beharrungs-Vermögens der Maschine schon sei-

nen Rückweg, ehe Dämpfe über ihn gelangen. Die Lage des Dampfhahns ist bei dem Sinken des Kolbens erst dann β, und bei seinem Steigen erst dann γ, wenn er in die Mitte des Cylinders gelangt ist, und je mehr derselbe dem Boden oder Deckel des Cylinders sich nähert, um desto mehr kömmt er in die Lage α.

Den bis jetzt gemachten Erfahrungen nach werden die Hähne am schicklichsten aus weissem Roh-Eisen, die Futter aber aus einer Mischung von 7 Theilen Kupfer und 1 Theil Zinn gemacht. Die länglichten Oeffnungen in den Hähnen haben vor den runden den Vorzug, dass die Verbindung derselben mit denen des Futters am schnellsten vollbracht und wieder aufgehoben werden kann. Um jeden Hahn in seinem Futter zu erhalten, ist vor sein breites Ende ein Bügel angebracht (Fig. 13), in welchem eine Schrabe λ sich befindet, die gegen den Hahn gedrängt wird. Der Bügel selbst hat bei μ Charniere, damit er beim Herausnehmen des Hahns umgelegt werden kann, und die Schraube λ wird durch eine vorgeschraubte Mutter ν gehindert, während des Drehens des Hahns sich aus dem Bügel zu winden.

3. Der Dampf-Cylinder und dessen Kolben.

Aus der $2\frac{1}{2}$ Zoll weiten Dampfsäule gehen die Dämpfe durch einen Kanal von 3 Q. Z. entweder über oder unter den Kolben, welcher sich in dem genau ausgebohrten eisernen *Cylinder* von $12\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser bewegt. Damit der eiserne Cylinder nicht viel Wärme an die äussere Luft abgebe, wodurch die Dämpfe an ihrer Expansivkraft leiden würden, hat man ihn mit Baumwolle und einem hölzernen Mantel umgeben.

Der *Kolben* ist von Metall und in Fig. 4 gezeichnet. Um einen *Kern* α, der oben und unten mit einer Scheibe versehen und von Guss-Eisen verfertigt ist, sind zwei Lagen *metallener Quadranten* so über einander gelegt, dass die Fugen nicht auf einander treffen. Eine jede Lage besteht aus vier grossen (ρ) und vier kleinen (σ) Stücken, von denen letztere hinter den erstern liegen, und durch Stifte (ζ) verhindert werden, sich zur Seite an jenen zu verschieben. Zwischen den Quadranten und dem Kerne α liegen in jeder Lage acht horizontale Stifte, auf welche *Federn* gesteckt sind, die daher die Quadranten an die innere Fläche des Cylinders drängen. In der Mitte ist der Kern α durchbohrt, weil durch ihn die geschmiedete Kolbenstange gesteckt, und durch einen Keil σ befestigt wird. Der Kern ist mit seinen Scheiben übrigens durch vier Schrauben *T* verbunden. Dass ein solcher Kolben sehr genau gearbeitet werden muss, versteht sich von selbst, dafür besitzt man aber auch schon Erfahrungen, dass derselbe zwei Jahre in stetem Gebrauche war, ohne einer Ausbesserung zu bedürfen. Die metallenen Quadranten sind aus einer Mischung von 7 Theilen Kupfer und 1 Theil Zinn verfertigt.

Die Kolbenstange bewegt sich durch den Cylinder-Deckel, und letzterer muss daher mit einer *Stopfungsbüchse* (Fig. 15) versehen seyn. Auf dem Dekkel befindet sich eine aufstehende Hülse α, in welcher ein mettallenes Futter β liegt. In diese Hülse ist die metallene Stopfungsbüchse eingelassen, welche mittelst zwei Ohrschrauben an jene befestigt wird. Die Hülse ist unter der Stopfungs-Büchse, zu grösserer Dichtigkeit, durch Hanf-Flechten, die mit Talg getränkt sind,

ſo ausgefüllt, daſs ſie die Kolbenſtange in ihrer ſenkrechten Bewegung nicht hiudern. Auf dem Cylinder-Deckel iſt ein *Trichter O* (Fig. 1) geſchraubt, der mit einem Hahne verſehen und mit Talg gefüllt iſt. Soll, zur Verminderung der Reibung zwiſchen Cylinder und Kolben, Talg in den Cylinder gelaſſen werden, ſo wird der Hahn etwas geöffnet, wobei keine atmoſphäriſche Luſt in den Cylinder gelangen kann. Auch muſs noch bemerkt werden, daſs an dem untern Kanal des Cylinders ſich ein kleiner *Hahn p* (Fig. 1) befindet, der folgenden Gebrauch hat. Wird die Maſchine in Stillſtand verſetzt, ſo bringt man den Balancier in eine ſolche Lage, daſs der Dampfkolben am höchſten ſteht. Die unter demſelben befindlichen Dämpfe verdichten ſich wältrend des zwanzig-ſtündigen Stillſtandes der Maſchine, weil der Cylinder erkaltet, und das entſtandene Waſſer kann dann durch den Hahn *p* aus dem Cylinder gelaſſen werden.

4. Die Condenſirung der Dämpfe nebſt der Herbeiſchaffung des kalten Waſſers.

Der Kaſten *G*, in welchem die Condenſirungs-röhren ſich befinden, iſt in Fig. 16 im Längen-Profile dargeſtellt; er iſt auch in Fig. 1 und 2 ſichtbar. Durch die Röhre *n* ſtrömen die gebrauchten Dämpfe in die Condenſirungs-Röhren *α*, welche ſchlangenförmig in den Kaſten gelegt ſind, damit das in dem Kaſten befindliche kalte Waſſer die Dämpfe um ſo ſchneller verdichten könne. Dieſe Röhren ſind von Kupferblech, rund, 6¼ Zoll weit, bilden zuſammen genommen eine Länge von 48 Fuſs, und ſiud ſo ſtark, daſs ein Quadr. Fuſs 3½ Pfund wiegt. Allen vier Theilen derſelben iſt

etwas Fall gegeben, damit das aus den Dämpfen entſtandene Waſſer nach der untern Röhre γ abflieſsen könne. Die Knie-Röhre β iſt abzunehmen, wenn die Röhren einer Reinigung bedürfen.

Dieſe Condenſirungs-Röhren endigen ſich in eine Röhre γ, welche theils mit dem *Ausblaſungs-Kaſten* δ verbunden iſt, theils, wie aus Fig. 1 und 2 zu erſehen, ſich an die Luftpumpe *H* anſchlieſst. Der Kaſten δ iſt unten mit einem Kegel-Ventil λ verſehen, welches ſich bei dem Anblaſen der Maſchine hebt, indem die in den Condenſirungs-Röhren befindliche Luft durch Dämpfe ausgetrieben wird, und durch jenes Ventil entweicht. Iſt die Maſchine im Gange, ſo wird das Ventil dadurch geſchloſſen erhalten, daſs auf daſſelbe die Atmoſphäre drückt, und unter demſelben das Vakuum ſich befindet. Mit dem untern Theile der Condenſirungs-Röhren iſt noch ein *Barometer* verbunden, in deſſen einen Schenkel die Atmoſphäre, im andern das elaſtiſche Fluidum drückt, welches ſich in jenen Röhren befindet; den Unterſchied des Drucks beider expanſiblen Flüſſigkeiten zeigt die Queckſilberſäule an. Da ſich bei dem Gange der Maſchine in dieſen Röhren nur Dämpfe befinden, ſo ſollte in denſelben ein leerer Raum entſtehen, indem dieſe verdichtet werden. Es condenſiren ſich aber nie alle Dämpfe; ein Theil bleibt unverdichtet und wirkt der Bewegung des Kolbens entgegen. Bei keiner Art Dampfmaſchine findet eine vollkommene Verdichtung der Dämpfe ſtatt, daher auch in keiner das Condenſor-Barometer ſo hoch ſteht, als ein Barometer in der freien Luft. Bei 28 Zoll Barometerhöhe ſteht, da die auf der Berliner *Eiſengieſserei* befindliche Freund'ſche Dampfmaſchine

nur einige Stunden hinter einander zu gehen, und wegen ihrer Ueberkraft nur in sehr langsamem Gang zu seyn pflegt, das Condensor-Barometer gewöhnlich nicht höher als auf 19 bis 20 Zoll; in andern von Freund erbauten Dampfmaschinen, namentlich in der, welche sich in der Lioner Fabrik der Herren Hensel und Schumann zu Berlin befindet, ist aber der Stand desselben 25 bis 26 Zoll. Hieraus geht hervor, dass die Condensirungs-Methode des Hrn Freund der andern, bei welcher Wasser zu den Dämpfen gesprützt wird, nicht allein nichts nachgiebt, sondern selbst vorzuziehen ist, weil bei dieser andern Methode der Stand des Condensor-Barometers von 8 bis 21 Zoll zu variiren pflegt.

Das kalte Wasser in dem Condensor wird durch die *Kalt-Wasser-Pumpe K* Fig. 1 aus einem zur Seite der Maschine befindlichen Brunnen gehoben. Der Stiefel *K* der Pumpe ist $3\frac{1}{2}$ Zoll weit, und nach Art einer jeden Saugpumpe unten mit einem Kegelventil versehen. Der Kolben dieser Pumpe ist in Fig. 17 dargestellt. An seinem Umfange ist er für die Hanfschnüre eingeschnitten, welche die Liederung desselben bilden. In der Mitte hat er eine Oeffnung *r* für die Kolbenstange, und sechs andere *p*, durch welche das gehobene Wasser über den Kolben gelangen kann. Auf demselben ruht ein metallener Ring *T*, welcher bei dessen Niedergange sich hebt und das Wasser durch die Oeffnungen *p* dringen lässt, bei dem Heben des Kolbens aber fest auf die letztern schliesst, so dass weder Luft noch Wasser von oben her unter den Kolben treten kann. Ueber dem Stiefel befindet sich ein Ge-

fäſs *t* (Fig. 1) von Kupferblech, in welchem das gehobene kalte Waſſer ſich ſammelt, und aus dem die Röhren *tz* (Fig. 1. 2. und 16) es in den untern Raum des Condenſors führen. An dem Rande des Condenſors iſt die Röhre *h* befeſtiget, aus welcher Waſſer treten muſs, wenn die Pumpe in das Gefäſs *t* kaltes Waſſer gehoben hat. Das wegflieſsende Waſſer beſitzt (jetzt im Auguſt) eine Temperatur von 42 bis 45° R., wenn das des Brunnens 18¾°, und die zu condenſirenden Dämpfe 99° Wärme beſitzen. Dieſes heiſse Waſſer wird theils in einen Waſſerkaſten bei den Cupolo-Oefen geleitet, theils unbenutzt abgeführt. Früher lieſs man ein Drittel deſſelben in den Brunnen zurückflieſsen, wodurch aber deſſen Temperatur um 10° erhöht wurde. Die Kalt-Waſſer-Pumpe hebt bei 16 Zoll Hub, bei jedem Wechſel der Maſchine 154 Cub. Zoll Waſſer, womit die Maſchinen, bei denen die Condenſirung mit Einſprützwaſſer Statt findet, nicht auszukommen pflegen. Der Hahn *u* (Fig. 1) wird nur dann geöffnet, wenn alles Waſſer aus dem Condenſor gelaſſen werden ſoll *).

*) Folgendes iſt eine Stelle aus einem Briefe des Hrn Geh. Ob. Bg. R. Martins an mich, welche der Leſer hier nicht ungern finden wird: „Dem ungünſtigen Urtheile Einiger über die Freund'ſche Condenſirungs-Art kann ich nicht beitreten; im Gegentheil wird die Condenſirung um ſo vollkommner, je raſcher die Maſchine geht, weil das Condenſations-Waſſer dann um ſo öfter erneuert wird, mithin um ſo kälter iſt. Bei der Dampfmaſchine der hieſigen Eiſengieſserei iſt es ein Fehler, daſs ſie, auf den gleichzeitigen Betrieb zweier Cupolo-Oefen berechnet, für den gewöhnlichen Betrieb *eines* Ofens zu viel *Kraft hat*, und bei dem langſamen Wechſel, zu dem man des-

5. Die Pumpen, welche das aus den verdichteten Dämpfen entſtandene Waſſer in den Keſſel heben.

Wie das Waſſer, welches aus den verdichteten Dämpfen entſteht, bis zur *Luftpumpe* gelangt, zeigt Fig. 1, wo der Stiefel dieſer Pumpe mit *H* bezeichnet iſt. Dieſer Stiefel ſowohl, als der der Kalt-Waſſer- und der Heiſs-Waſſer-Pumpen iſt aus einer Miſchung von 10 Theilen Kupfer, 1 Theil Zinn und 1 Theil Zink verfertigt. Er hat nur ein oberes Ventil, welches in Fig. 18 zu ſehen iſt. Die Kolbenſtange α kann ſich durch den Ventilſitz β frei auf und nieder bewegen. Dieſer Sitz iſt mit 6 Oeffnungen γ verſehen, durch welche das Waſſer und die Luft, die von der Pumpe gehoben werden, in den über der Pumpe befindlichen Waſſerkaſten *W* (Fig. 1) ſteigen können. Auf dem Sitze iſt eine Stopfungs-Büchſe δ, der Verdichtung wegen, geſchraubt, und auf den 6 Oeffnungen deſſelben liegt ein Ring λ, der ſie bei dem Niedergange des Kolbens verſchlieſst, bei dem Heben des

halb genöthigt iſt, nicht genug Condenſations-Waſſer hebt. Dieſem Fehler kann und wird indeſſen durch Erweiterung der Kalt-Waſſer-Pumpe abgeholfen werden. Bei Bergwerken, zur Waſſergewältigung angewendet, kann es der Freund'ſchen Condenſirung nie an recht kaltem Waſſern fehlen, und ſelbſt bei Förder-Maſchinen muſs die niedrige Temperatur der Schächte dieſer Art der Condenſirung ſehr zu Hülfe kommen. Auf der Colberger Saline geht man damit um, die Condenſations-Röhren der Dampfmaſchine, durch welche die rohe Soole aus dem Brunnen gehoben wird, in das Roh-Soolen-Reſervoir zu legen, wodurch die Hebung beſonderer Condenſations-Waſſer ganz erſpart werden wird." *Gilb.*

Kolbens aber gehoben wird, und dann Waſſer und Luft in den Kaſten *W* dringen läſst. Der Kolben dieſer Pumpe iſt wie der der Kalt-Waſſer-Pumpe eingerichtet. Die Luftpumpe iſt übrigens 4 Zoll weit und hat 26 Zoll Hub.

Aus dem Kaſten *W* hebt die *Heiſs-Waſſer-Pumpe* (Fig. 19), welche eine Druckpumpe iſt, und als ſolche zwei Ventile hat, α und β, das aus den Dämpfen entſtandene Waſſer noch zu einer gröſseren Höhe an. Ihr Kolben iſt nicht durchbohrt, wie der der beiden andern Pumpen, aber auch von Metall und mit Hanfflechten geliedert. Die Ventile ſind gewöhnliche Kegel-Ventile. Unter dem Stiefel befindet ſich die Röhre γ, welche in den Waſſerkaſten *W* greift und bis auf deſſen Boden geht. Beim Heben des Kolbens dringt daher, durch das alsdann ſich öffnende Ventil α, Waſſer unter den Kolben durch die Röhre γ, und bei dem Niedergehen des Kolbens wird dieſes durch das Ventil β in die Röhre *u* und durch ſie in den Keſſel gedrückt. Da aber auf dem Waſſer des Keſſels die entwickelten Dämpfe drücken, ſo muſs das Nahrungs-Waſſer mit einiger Kraft in ihn hinein gedrängt werden, und das iſt der Grund, warum man zur Heiſs-Waſſer-Pumpe ein Druckwerk genommen hat. An dieſer Pumpe iſt noch eine Röhre *s* mit einem Hahn befeſtigt, welche über den Waſſer-Kaſten *w* hinaus ragt. Ihr Nutzen iſt folgender. Wenn bei dem Anlaſſen der Maſchine in dieſem Kaſten noch kein Waſſer vorhanden iſt, ſo würde die Heiſs-Waſſer-Pumpe Luft haben, und ſie in den Keſſel führen. Man verhindert dieſes, wenn man den Hahn der Röhre *s* öffnet, da dann die gehobene Luft nicht in den Keſ-

ſel ſondern durch ſie in die Atmoſphäre tritt. Dieſer Fall tritt, wie geſagt, nur bei dem Anlaſſen der Maſchine ein; während des Ganges derſelben hebt die Pumpe bei 2 Zoll Durchmeſſer und 8 Zoll Hub 24 Kubic-Zoll Waſſer, und dieſes iſt gerade ſo viel, als eine zu einem Wechſel nöthige Menge von Dampf hergiebt. Daher braucht während des Ganges der Maſchine kein anderes Waſſer zum Keſſel zu fliefsen, als das aus den Dämpfen entſtandene. Waren mithin dieſe aus reinem Waſſer erzeugt, ſo wird auch der Keſſel nicht leicht einer Reinigung bedürfen. Bei den andern Maſchinen vermiſcht ſich das Einſprütz-Waſſer mit den aus den Dämpfen entſtandenen, und man kann, da jenes in groſser Menge vorhanden ſeyn muſs, und alſo ſelten ganz rein iſt, auch kein reines Waſſer dem Keſſel zuführen. Ein Verluſt an Waſſer durch Verdünſtung an der Luft iſt nicht ganz zu vermeiden, jedoch beträgt er in drei bis vier Stunden kaum einen halben Kubic-Fuſs.

Noch iſt zu erwähnen, daſs die Röhre *u*, durch welche das Waſſer in den Keſſel fliefst, in einem der Züge zur Keſſel-Feuerung liegt, wodurch das Waſſer ſchon früher erwärmt wird, als es den Keſſel erreicht.

6. Der Balancier, die Vorrichtungen zum ſenkrechten Erheben des Kolben, das Schwungrad und der Regulator.

Der *Balancier FF* (Fig. 1) iſt 12 Fuſs lang, und in einem Stücke von Eiſen gegoſſen. An der Seite des Dampf-Cylinders befindet ſich ein Storchſchnabel, an welchem die Stange des Dampf-Kolbens und die des Luftpumpen-Kolbens befeſtiget ſind. Auſserdem hängen an dem Balancier noch die Kolbenſtangen der beiden

andern Pumpen *K* und *I*, die Pleyelſtange *P*, und die Kolbenſtange des Blaſe-Cylinders, zu deſſen Erhebung man den Contra-Balancier angewendet hat. Der Storchſchnabel gewährt bei dem Heben des Kolbens eine der ſenkrechten am nächſten kommende Bewegung; ſeine lange Seite iſt 32½ Zoll, die kurze 20⅜ Z., und die Contraſtange 47½ Zoll lang. Bei dem Blaſe-Cylinder iſt der Contra-Balancier 47 Zoll lang, und die 24-zöllige Verbindungsſtange im Verhältniſs von 9 : 15 getheilt. Der Hub des Dampf- und Gebläſe-Kolbens beträgt 4 Fuſs. Es würde zu weitläufig werden, bei dieſen Maſchinen-Theilen ins Einzelne zu gehen, daher ich nur bemerke, daſs überall, wo ein Zapfen ſich befindet, derſelbe von metallenen Lagern umgeben iſt, und durch zweckmäſsig angebrachte Oeffnungen in Schmiere erhalten werden kann. Die beiden Säulen, welche dem Cylinder zur Seite errichtet ſind, werden durch horizontale Stangen an dem Hauptſtänder des Balanciers gehalten. Die Pleyelſtange iſt, wie der Krummzapfen, von Eiſen, und letzterer auf 2 Fuſs Hub eingerichtet. Die Schwungrad-Welle iſt von Schmiede-Eiſen; das Schwungrad aber gegoſſen. Der Kranz des letztern beſteht aus vier Theilen; von den Armen aber ſind je zwei gegenüberſtehende in einem Stück gegoſſen, ſo daſs dieſe Armenpaare an der Welle übereinander greifen. Alle ſechs Theile des Schwungrades ſind durch Schrauben mit einander verbunden.

Dicht hinter dem Schwungrade befindet ſich, auf der Welle deſſelben, ein Riemenrad, welches das kleinere ähnliche Rad *w* (Fig. 1) durch einen Riemen in Bewegung ſetzt. Dadurch wird die horizontale Welle *z* (Fig. 2) bewegt, an deren anderm Ende ein Winkel-

rad ſich befindet; dieſes treibt ein anderes ähnliches, auf der ſenkrechten Spindel *v* des Regulators (Fig. 1) befeſtigtes Rad. Auf dieſe Weiſe bewegt das Schwungrad den *Regulator* (Fig. 1 und Fig. 20). Befindet ſich die Maſchine im langſamen Gange, ſo liegen die Kugeln *R, R* des Regulators auf dem Ringe *a*. Die Stangen *β, β* der Kugeln drehen ſich unter dem Adler in einem Charniere, ſo daſs ſich letztere erheben können. Das Gewicht der Kugeln iſt ſo groſs, daſs ſie bei raſchem Gange der Maſchine ſich vermöge der Centrifugal-Kraft von den Ringen entfernen, indem dann die Spindel *v* mit dem ganzen Regulator in eine ſchnelle Bewegung gekommen iſt. Entfernen ſich aber die Kugeln von der Spindel, ſo ziehen ſie mittelſt der Stangen *δ* den Ring *a* in die Höhe, und da an dieſem die Stange *λ* befeſtiget iſt, welche in den Hebel des Regulator-Hahns greift, ſo wird durch Heben des Rings der Hahn etwas geſchloſſen. Der Gang der Maſchine wird daher durch dieſe Verbindung der Kugeln mit dem Regulator-Hahne, wie ſchon erwähnt iſt, regulirt.

7. Die Steuerung.

Da die Maſchine den Dampfhahn und den Sparhahn ſelbſt bewegen muſs, durch deren verſchiedene Lage der Gang der Maſchine allein möglich wird, ſo ſind beide durch Züge mit der Schwungrad-Welle verbunden. Auf dieſer Welle *d* (Fig. 21) befindet ſich ein excentriſches Rad *a*, um welches ein metallener Ring *b* ſich dreht, der an dem Zuge *c* durch zwei Schrauben befeſtiget iſt. So wie das Schwungrad ſich dreht, kommt das Rad *a* in verſchiedene Lagen *α, β, γ, δ* (Fig. 22), denen der Ring *b* und der Zug *c*

(Fig. 21) auch folgen müſſen. Hierdurch entſteht ein Hin- und Herziehen des letztern, welche Bewegung auch der Hebel *f* des Dampfhahns *D* macht. Da dieſer Hahn, wie wir geſehen haben, ſich während eines Wechſels der Maſchine um einen Viertelkreis vordrehen, und um denſelben Weg wieder zurückdrehen muſs, ſo iſt die Vorrichtung ſo getroffen, daſs der Zug *c* um eben ſo viel hin und her bewegt wird, als es mit dem Hebel des Dampfhahns Statt finden muſs. Haben das Rad *a* und der Hebel *f* die Lage α erhalten, ſo befindet ſich der Hahn in der Lage α (Fig. 12), und hat das Rad die Lage β, ſo iſt der Hahn in die Lage β (Fig. 12) gekommen. Befindet ſich das Rad in der Lage γ, ſo iſt der Hahn wieder in α (Fig. 12), und wenn endlich jenes in die Lage δ kömmt, ſo iſt der Hahn in der Lage γ (Fig. 12).

Mit dem Zuge *c* iſt auch, mittelſt des daran befeſtigten Dornes *g*, die Bewegung des Spar-Hahns (*T* Fig. 2) bewirkt, welcher in dem Ringe *h* läuft (Fig. 23). Mit dieſem Ringe an einer Welle liegt der Arm *k*, welcher, wie der Hebel des Dampf-Hahns *m*, mit einem Gewinde verſehen iſt. Beide Arme *k* und *m* ſind durch eine Stange *n* verbunden, welche auf ſie geſchoben iſt und Charniere beſitzt, damit man ſie, je nachdem man die Länge der Arme verändern will, leicht in jede beliebige Lage bringen kann. Wird der Ring *h* nach der Richtung *x* bewegt, ſo muſs der Hebel *m* ſich ſenken und der Hahn wird nach unten gedreht; im entgegengeſetzten Falle wird der Hahn gehoben. Welche Bewegung derſelbe auch vollbringt, ſo ſtrömen während derſelben Dämpfe zum Dampf-Hahn; nach derſelben iſt der Spar-Hahn geſchloſſen. Der Ring *h*

ist nun dergestalt gebogen, dass der Dorn *g* ihn, und mithin auch den Spar-Hahn, dann bewegt, wenn der Kolben zu steigen oder zu sinken beginnt, und dass die Bewegung des Ringes vollbracht ist, wenn der Kolben bis in die Mitte des Cylinders gelangt. Wie aus dem Hin- und Hergehen des Dornes ein Vor- und Zurück-Drehen des Spar-Hahns entsteht, ergiebt sich aus dem Gesagten leicht.

8. Die Einrichtung des Cylinder-Gebläses und des Wasser-Regulators.

Der Cylinder *L* ist von Eisen gegossen, $36\frac{3}{8}$ Zoll im Lichten weit, und genau ausgebohrt. Der *Kolben* ist in Fig. 24 dargestellt. Er besteht aus einer eiserner Scheibe mit aufstehendem Kranze *a*, welche mit einer Hülse *b* für die Kolbenstange versehen ist, und in der letztern mit einem Keil befestiget wird. Auf die Scheibe ist ein hölzerner Kranz *c* gelegt, und auf diesem sind zwei Ringe von Mastrichter Leder befestigt, von denen der eine nach oben, der andere nach unten umgebogen ist. Zwischen dem Holz und dem Leder ist Wolle gestopft, welche das Leder vermöge seiner Federkraft stets an die Wände des Cylinders drängt. Leder und Cylinder sind zur Verminderung der Reibung mit Wasserblei eingerieben. Auf den hölzernen Kranz kömmt ein eiserner Ring *d*, welchen man durch Schrauben mit der Scheibe *a* verbindet, wodurch alle Theile zusammen gehalten werden. Der Raum zwischen der Hülse *b* und dem Ringe *d* ist mit einer hölzernen Scheibe *f* bedeckt, um den so genannten schädlichen Raum zu vermindern.

Wie bei dem Dampf-Cylinder, iſt auch bei dieſem Cylinder der Deckel mit einer Stopfungs-Büchſe für die Kolbenſtange verſehen. Fig. 25 ſtellt dieſen *Cylinder des Gebläſes* im Profile dar. Durch die Klappen *v* und *w* ſtrömt atmoſphäriſche Luft in ihn hinein, durch die Klappe *x* und *y* wird die verdichtete Luft in die Windleitung *M* gedrückt. Beim Heben des Kolbens ſchlieſsen ſich *v* und *y*, die ſich über ihm verdichtende Luft drängt ſich aber durch *x* in die Windleitung, und durch *w* tritt zugleich die atmoſphäriſche Luft unter den Kolben. Bei dem Senken des Kolbens findet der umgekehrte Fall ſtatt. Alle Windklappen müſſen ſchräg liegen, damit ſie durch ihr Gewicht ſchon zum Schlieſsen gezwungen werden, ſobald ſie ſich verſchlieſsen ſollen.

Die verdichtete Luft wird von der Windleitung in den *Waſſer-Regulator* geführt, der in Fig. 1 durch punktirte Linien angegeben, und in Fig. 2 in der obern Anſicht gezeichnet iſt. Er beſteht aus einem inneren runden Kaſten *N*, welcher mit ſeiner offenen Seite nach unten gekehrt, in dem achteckigen äuſseren Kaſten *O* geſtellt iſt. Der innere Kaſten ruht auf Füſsen des äuſsern, ſo daſs das in dieſem befindliche Waſſer leicht in ihn treten kann, und umgekehrt. Beide Kaſten ſind zum Theil mit Waſſer gefüllt. Strömt nun verdichtete Luft in den innern Kaſten, ſo drückt ſie das Waſſer nieder, welches im äuſsern Kaſten ſteigt, und dieſes dauert ſo lange, bis die Differenz des Waſſerſtandes in beiden Kaſten eine Säule ergiebt, die eben ſo ſtark drückt, als die verdichtete Luft an Druck die Atmoſphäre übertrifft. Treten nun auch *Pauſen ein*, während welchen das Gebläſe keinen

Wind liefert, ſo ſtrömt aus dem innern Kaſten Wind in den Ofen, der ziemlich ſtets von gleicher Preſſung iſt, da die Pauſen nur kurz ſind und die Differenz beider Waſſerſpiegel ſich nur wenig ändert.

Auf dem innern Kaſten ſteht eine Röhre *Z*, mit der ſowohl die Windleitung *M* vom Cylinder, als auch die Leitung zu den Cupolo-Oefen verbunden ſind. Auf dem Deckel dieſer Röhre iſt ein nur ſo ſtark beſchwertes Ventil angebracht, daſs es ſich öffnet, wenn der Wind bis zu einer ſolchen Höhe in den innern Kaſten gepreſst iſt, daſs er unterhalb deſſelben hervordringen würde.

In Fig. 26 iſt die Vorrichtung gezeichnet, wie der Wind an jedem Ofen abzuſperren iſt. Die Knie-Röhre *a*, welche mit der Döſe verbunden iſt, läuft in einer andern Röhre *b*, und verhindert bei ihrem tiefſten Stande das Strömen des durch *γ* vom Regulator kommenden Windes. Wird aber *a* gehoben, ſo iſt die Communikation zwiſchen Regulator und Döſe hergeſtellt. Zur gröſsern Dichtigkeit iſt die Röhre *b* mit einer Stopfungs-Büchſe *δ* verſehen. Dieſe Vorrichtung iſt um ſo zweckmäſsiger für die Gieſserei, als in den Cupolo-Oefen mit drei übereinander liegenden Formen geſchmolzen wird, und man ſo die Röhre *a* mit der Döſe leicht bis zu der jeder Form angemeſſenen Höhe erheben kann.

Effect und Koſten der Maſchine.

Der *Effect* der Maſchine, wenn beide Cupolo-Oefen betrieben werden, beſteht in Folgendem.

Bei 17 Wechſeln in der Minute, lieferte ſie 960,84 Cub. Fuſs Luft von atmoſphäriſcher Dichtigkeit, welche aber, da ſie durch zwei Döſen, (zuſammen 7,09 Q. Z.

weit) ſtrömte, ſo verdichtet war, daſs ſie den Druck der Atmoſphäre um $\frac{1}{8}$ Pfund auf den Quadrat-Zoll übertraf. Der ganze Druck auf den Kolben des Gebläſes betrug daher 847,8 Pfund, und ſeine Geſchwindigkeit in der Secunde 2,27 Fuſs. Die Beobachtung wurde bei einem Barometerſtand von 28″ 4‴ und bei 14½° R. angeſtellt.

Auf den Kolben drückten die Dämpfe ſo ſtark, daſs die dem Druck der Atmoſphäre entſprechende Queckſilberſäule von 28″ 4‴

überſtiegen wurde um 27″ 2,4‴

Alſo mit einer Queckſilberhöhe von 55″ 6,4‴

Dieſem wirkten die nicht verdichteten Dämpfe im Condenſor ſo ſtark entgegen, daſs das Condenſor-Barometer auf 20″ ſtand; mithin gingen von dieſer Queckſilberſäule ab

28″ 4‴ — 20″ = 8″ 4‴

Dem effectiven Druck auf den Kolben entſpricht daher eine Queckſilberſäule von 47″ 2,4‴

die einem Drucke von 25,5 Pfund auf den Quadrat-Zoll gleich iſt. Der Druck auf den ganzen Kolben beträgt alſo 3003,9 Pfund, und das Kraft-Moment bei 2,27 Fuſs Geſchwindigkeit in der Secunde iſt 6818,85 Pfund.

Herr Freund rechnet eine Pferdekraft zu 200 Pfund bei 3 Fuſs Geſchwindigkeit, mithin zu einem Kraft-Momente von 600 Pfund. Der Effect der Maſchine iſt alſo dem von $\frac{6818,85}{600}$, oder von 11 bis 12 Pferden gleich.

Der *Aufwand an* engliſchen *Steinkohlen* betrug in der Stunde 81,6 Pfund, welches auf eine Kraft von 1000 Pfund und 3 Fuſs Geſchwindigkeit 71,8 Pfund Verbrauch an Steinkohlen giebt.

Vergleicht man die Kraft mit der Nutzlaſt, ſo beträgt jene kaum ein Drittel der aufgewendeten Kraft. Es müſsten daher über zwei Drittel der letztern auf Ueberwindung von Neben-Hinderniſſen verwendet werden, welches nicht glaublich iſt. Es ſcheint vielmehr, die Kraft ſey zu groſs berechnet, indem die Dämpfe nicht immer in gleicher Menge zum Kolben gelangen, weil die ſich langſam drehenden Hähne die Oeffnung ſtets verändern, durch welche die Dämpfe ſtrömen. Daſs dieſer Umſtand ſehr wichtig iſt, ergaben zwei Beobachtungen, während welchen der Sparhahn nicht bewegt wurde. Bei der einen geſtattete dieſer den Dämpfen nur durch eine Oeffnung von $\frac{9}{16}$ Quadr. Zoll den Durchgang, bei der andern war dieſe Oeffnung $1\frac{1}{16}$ Q. Z. groſs. Um bei beiden einen gleichen Effect zu erhalten, muſsten die Dämpfe bei der erſten um 4 Zoll Barometerſtand höher geſpannt werden, und der Aufwand an Brennmaterial bei der erſten Beobachtung verhielt ſich zu dem bei der zweiten wie 1 : 1,22.

Ferner muſs bei einer genauen Berechnung des Effects der Maſchine darauf Rückſicht genommen werden, daſs wegen des Sparhahns vom Keſſel keine Dämpfe mehr zum Kolben gelangen, wenn dieſer erſt ſeinen halben Weg zurückgelegt hat. Die durch die Bewegung des Krummzapfens und der excentriſchen Scheibe bedingte Geſchwindigkeit der Hähne iſt ſchwer aus-

zumitteln, müſste indeſſen bei einer ſolchen Berechnung berückſichtigt werden.

Es wurden bei der hieſigen Maſchine noch Beobachtungen mit und ohne Sparhahn angeſtellt, aus denen hervorging, daſs der letztere eine Erſparung des 0,376 Theils des Brennmaterials bewirkt.

Gewöhnlich liefert die Maſchine bei vierſtündigem Gange nur für einen Cupolo-Ofen Wind. Bei $1\frac{1}{3}$ Fuſs Geſchwindigkeit des Kolbens beträgt die Kraft auf den letztern 2144 Pfund, bei welcher 565 Cub. Fuſs Luſt von atmoſphäriſcher Dichtigkeit in den Ofen ſtrömen. Die Preſſung des Windes beträgt $\frac{1}{8}$ Pfund, der Aufwand an Brennmaterial in einer Stunde 7 Cub. Fuſs guten Torf, in welcher Zeit $53\frac{1}{2}$ Cub. Fuſs Waſſer aus dem Brunnen zum Condenſor geführt werden.

Die *Koſten*, welche dieſe Maſchine verurſachte, betrugen, das Gebläſe, den Waſſer-Regulator und alle Wind- und Waſſerleitungs-Röhren mitgerechnet, 9375 Thlr. Von dieſem Gelde erhielt Herr Freund 6665 Thlr., indem die Guſswaaren von der Gieſserei ſelbſt geliefert wurden. Die Maſchinen-Fabrik des Herrn Murray zu Leeds verlangte für eine ſolche Maſchine, zu welcher ein 18 zölliger Dampf-Cylinder nöthig wäre, 1150 L. ſterl. *ohne* Transport und Aufſtellungskoſten, welche wohl ſo bedeutend ſind, daſs man die engliſchen Maſchinen für theurer als die des Herrn Freund halten kann.

Am beſten ergiebt ſich eine Vergleichung beider aus dem Preis-Courante. Herr Freund fordert für

eine Maſchine, an deren Laſtſeite ſich ein Schwungrad befindet, (die Verbindung mit der Nutzlaſt aber wie gewöhnlich nicht geliefert wird)

2000 Thlr., wenn ſie eine Pferdekraft beſitzt,
3000 Thlr. für zwei Pferde Kraft,
4000 Thlr. für vier Pferde Kraft;

und ſo ſteigen die Koſten immer um 1000 Thlr., wenn der Effect um zwei Pferdekräfte zunimmt. Hierbei übernimmt Hr. Freund die Aufſtellungskoſten und für entferntere Oerter den Transport bis zur Ablage in Berlin. Herr Coquerill liefert die engliſchen Maſchinen um 100 bis 300 Thlr. wohlfeiler bis Berlin, als Herr Freund. Da Herr Coquerill aber die Aufſtellung nicht übernimmt, welche wohl über 1000 Thlr. koſten möchte, ſo ſind die Maſchinen des Herrn Freund bedeutend wohlfeiler. Bei der Maſchine des letztern wird auf eine Pferdekraft gewöhnlich 5 Pfund, höchſtens 7 Pfund Steinkohlen-Aufwand in der Stunde gerechnet, indeſs die engliſchen Maſchinen 10 Pfund bedürfen, und oft nicht mit 12½ Pfund ausreichen.

Die vollkommenere Condenſirung der Dämpfe, die Anwendung des Spar-Hahns, die geringere Menge des zur Condenſirung nöthigen kalten Waſſers; der kleinere Querſchnitt des Dampf-Cylinders, endlich die geringern Koſten der Maſchine und der geringere Steinkohlen-Aufwand ſind bedeutende Vor-

züge der Freund'ſchen Maſchinen vor den engliſchen, und es iſt ſehr zu wünſchen, daſs das für die letztern ſprechende Vorurtheil ſchwinde *).

*) Wer den Effect dieſer patentirten Freund'ſchen Dampfmaſchine mit dem genauer zu vergleichen wünſcht, was die Watt'ſchen und die in England patentirten Woolf'ſchen Dampfmaſchinen, bei ununterbrochenem Gange in den Cornwall'er Bergwerken wirklich leiſten, findet dazu in Jahrg. 1817 St. 3. od. B. 55 S. 283 dieſer Annalen die nöthigen Angaben, auch S. 278 Auskunft über die Art, den Werth der Dampfmaſchinen nach Pferdekraft zu beſtimmen. Die Dampfmaſchine in der Gold- und Silber-Manufactur der HH. Henſel und Schumann in Berlin, die erſte, welche der auf einer Reiſe nach Schleſien verſtorbene Freund, der damals mit Piſtor gemeinſchaftlich arbeitete, ausgeführt hat, ſah ich ſelbſt entſtehen. Sie hat einen 10-zölligen Cylinder und nur etwa die Kraft von 4 Pferden, ſchmiedet aber, zieht Draht, walz Stangen, Platten und Lahn zur Lyoner Arbeit und zu polirten Waaren, und ihr Beſitzer verſicherte mich bei meiner letzten Anweſenheit in Berlin, mit ihr vollkommen zufrieden zu ſeyn.

Gilbert.

IV.

Anſichten über den Magnetismus und deſſen Ableitung aus der Electricität,

von

J. J. Prechtel, Reg. R. u. Direct. d. polyt. Inſtit. in Wien.

(Ein Schreiben an den Prof. Gilbert.)

Wien, den 20 Decemb. 1820.

Herrn Oerſted's ſchöne Entdeckung beſchäftigt jetzt die Phyſiker. Sie betrifft einen wiſſenſchaftlichen Zweig, mit welchem ich mich mit Vorliebe vor Jahren beſchäftigte. Die Verbindung der Electricität mit dem Magnetismus wurde längſt geahnet; ſie fiel bei vielen Erſcheinungen recht eigentlich in die Augen; aber Hr. Oerſted iſt der Erſte, der durch einen directen Verſuch ihren Zuſammenhang nachwies. Der ſel. Ritter hatte über dieſen Gegenſtand viel gearbeitet, um den Magnetismus im Galvanismus, und umgekehrt, nachzuweiſen, indem er mit Magneten Säulen bauen und Waſſer zerſetzen, und aus der galvaniſchen Kette (ſeine Magnetnadel aus Zink und Kupfer) Magnete herſtellen wollte. Seine Verſuche hatten mich veranlaſst, bereits im Jahre 1808 eine mit Seidenſchnüren zuſammen gebundene Zink-Kupfer-Säule an nicht gedrehten Fäden aufzuhängen, um zu erfahren, ob ſie ſich nach den Polen richte, und in einer, im Jahrgang

1810 Ihrer vortrefflichen Annalen abgedruckten Abhandlung *Ueber die Modificationen des electrischen Leitungs-Vermögens*, versuchte ich damals schon den Magnetismus aus der Electricität abzuleiten. Ich wollte damit eine später bekannt zu machende Arbeit begründen. Ist nämlich der *Magnetismus der attractive Effect der Electricität*, so läßt sich die weitere Theorie desselben nur dadurch geben, daß man das electrische Leitungs-Vermögen in der Art betrachtet, wie ich es dort gethan habe; denn der *tellurische Magnetismus* ist dann der Effect einer Electricität, für welche die gewöhnlichen electrischen Nichtleiter Leiter, dagegen einige gewöhnliche elektrische Leiter, als das Eisen, Nichtleiter sind. Sie werden dort S. 43 folgende Stelle finden: „So treten in der Natur alle Erscheinungen entweder als *attraktiver Effect*, oder „als *chemischer Effect der Electricität* hervor. Unter die Kategorie des *ersten* gehören alle Phänomene „der Cohäsion, der Krystallisation überhaupt, die gewöhnlichen electrischen Phänomene, die Phänomene der allgemeinen Anziehung, der Schwere, des „Magnetismus; — unter die Kategorie des *zweiten* „gehören alle Erscheinungen, welche die Chemie umfaßt, so daß eigentlich *Magnetismus* und *Chemismus* die beiden Hauptzweige der allgemeinen Erscheinung, *Electricismus*, sind.“

Da ich schwerlich sobald Zeit finden dürfte, über diesen Gegenstand etwas Ausführlicheres zu schreiben, so erlauben Sie mir, daß ich Ihnen hier die *Grundzüge meiner Ansicht* mittheile, wie ich sie schon bei der Abfassung des oben erwähnten Aufsatzes mir ausgebildet hatte, da diese Ansicht vielleicht dazu dienen

kann; die Verſuche in der Verfolgung dieſes Gegenſtandes zu leiten.

In der galvaniſchen Kette oder in der Säule (ſo weit man bis jetzt noch eine herzuſtellen im Stande war) ſtellt ſich die Electricität jederzeit in zwei Effecten dar, dem *attractiven* und dem *chemiſchen:* erſterer wird durch die Berührung groſser Platten, letzterer durch die Wirkung vieler Platten befördert, da die chemiſche Wirkung im Verhältniſſe ſteht mit der electriſchen Tenſion. Die eine Wirkung iſt *auf Koſten der anderen* vorhanden, d. h. von der vorhandenen Electricität iſt der Theil für den chemiſchen Effect in derſelben Zeit verloren, welcher attractiv wirkt, und umgekehrt *). Der Leitungsdraht zwiſchen den beiden Polen der Säule befindet ſich im wahren electriſchen Ladungszuſtande **). Dieſe Ladung iſt um ſo intenſiver, je geringer die chemiſchen Wirkungen der Säule ſind, und umgekehrt, weil die chemiſche Wirkung auf Koſten der attractiven da iſt, durch welche die Ladung bewirkt wird. Sie iſt daher am ſtärkſten bei wenigen aber groſsen Platten (am allerſtärkſten bei einer einfachen, aus *ſehr groſsen* Platten beſtehenden Kette), und am ſchwächſten bei vielen und kleinen Plattenpaaren. Dieſer electriſch-geladene Leitungsdraht iſt wie jeder electriſch geladene Körper *magnetiſch*, (im allgemeinen Sinne); denn er befindet ſich genau in demſelben Zuſtande, wie ein telluriſcher Magnet. Verbindet man beide Pole der groſsplattigen Säule mit Eiſendrähten, ſo haf-

*) Vergl. die angef. Abhandl. S. 64.

**) daſelbſt S. 58.

ten die Enden dieſer Drähte ſtark an einander, welches ein wahres magnetiſches Anhängen iſt, weil es durch die Ableitung der Hände, die den Draht berühren, nicht vermindert wird. Hrn Oerſted's Verſuch beweiſet nun direct den magnetiſchen Zuſtand dieſes electriſch-geladenen Leitungsdrahtes.

Man kann dieſen Leitungsdraht, der ſich zwiſchen den Polen der Säule im electriſchen Leitungszuſtande befindet, als eine *trockene Säule* betrachten; denn in demſelben iſt ganz dieſelbe Electricitäts-Vertheilung vorhanden, wie in der iſolirten Säule. Eine wahre trockene Säule iſt daher eine wahre *magnetiſche Säule:* ſie wird nicht nur den Magneten afficiren, ſondern ſie wird auch bei hinlänglicher Intenſität (durch die Anzahl der Schichten bewirkt) die telluriſche Polarität zeigen.

Die galvaniſchen Ketten und Säulen bilden daher rückſichtlich des Quantität-Verhältniſſes des magnetiſchen und chemiſchen Effectes eine Reihe von Conſtructionen, deren eines Ende die *rein chemiſche Kette*, das andere aber die *rein magnetiſche* (attractive) darſtellt: alle Zwiſchenglieder haben beide Wirkungen in veränderten Verhältniſſen an ſich. Kleinplattige naſſe Säulen von ſtarker Tenſion ſtehen an der Seite der erſten; die groſsplattige einfache Kette, zum Theil auch einige der bisher ſo genannten trockenen Säulen, ſtehen an der Seite der zweiten (unter letztern auch mit naſſen Pappſcheiben erbaute Zink-Kupfer-Säulen, nachdem ſie mit Verzehrung der chemiſchen Wirkung allmälig ausgetrocknet ſind, und die Säule des Hrn v. Sömmering aus unächtem mit Schellackfirniſs zuſammengeleimtem Gold- und Silber-Papier). Die *rein*

chemiſche Kette zeigt keine wahrnehmbare attractive oder ſogenannte electriſche Wirkung, weil die electriſche Tenſion bei der Berührung augenblicklich in der chemiſchen Wirkung vernichtet wird; und ſolche Ketten ſind die gewöhnlichen chemiſchen Combinationen, z. B. trockene Schwefelſäure, Kali und Waſſer. In der Berührung dieſer Subſtanzen wird die electriſche Tenſion augenblicklich in die chemiſche Wirkung aufgelöſt, und Licht und Wärme als die Erſcheinung dieſes Chemismus hervorgebracht. Die *reine magnetiſche Kette* iſt der electriſch geladene Leitungsdraht, und die *magnetiſche Säule* ſelbſt. Die Conſtruction der letzteren iſt noch nicht bekannt, mit ihrer Darſtellung aber die Reihe der galvaniſchen Conſtructionen geſchloſſen.

Zum Behufe der Darſtellung dieſer Säule bemerke ich Folgendes. Die Electricität, welche in der Berührung heterogener Subſtanzen entſteht, richtet ſich in Bezug *auf die Leitungsfähigkeit der Körper gegen dieſelbe* nach der Natur dieſer Subſtanzen *). Legt man mehrere Metallplatten übereinander nach der Ordnung ihrer galvaniſchen Differenz, ſo befinden ſich dieſe ſämmtlichen Platten in einem ſchwachen electriſchen Ladungs-Zuſtande, der nur dadurch möglich iſt, daſs dieſe Metalle in Bezug auf einander für ihre eigenthümlichen Electricitäts-Grade Nichtleiter ſind. Für die Electricität, welche in Säulen entſteht, die aus Metallen gebaut ſind, müſſen daher alle Körper Nichtleiter ſeyn, die ſchwächer als Metall und Waſſer leiten, weil eben dieſe Subſtanz für jene Electricität la-

*) Die angeführte Abhandlung S. 59.

dungsfähig ist, schlechtere Leiter als Wasser daher diese Ladung nicht mehr annehmen, sondern sie isoliren werden. Construirt man dagegen Säulen durch galvanisch-differente Substanzen, in denen der geladene Körper ein schlechterer Leiter ist, als Wasser, so wird die Electricität dieser Säulen nicht mehr isolirt werden durch die vorigen Isolatoren, sondern sie wird nunmehr diese schlechteren Leiter eben so electrisch laden, wie vorher das Wasser. Auf diese Art ist es möglich, (zuletzt *mit Beseitigung* aller Metalle), Säulen herzustellen, welche rein magnetisch sind, d. h. welche den electrischen Effect durch die stärksten gewöhnlichen Nichtleiter hindurch fortpflanzen, wie der Magnet, die demnach keine chemischen Wirkungen äussern, dagegen die Metalle magnetisch laden, und welche selbst natürlich-magnetisch sind. Würde die Intensität dieser Säulen hinlänglich stark seyn, so würde sie endlich, gleich dem tellurischen Magnetismus, nur ausschliesslich einige Metalle in den electrischen oder magnetischen Ladungszustand bringen, welche bei *der grössten Kokäsion* verhältnissmässig *die geringste Leitungsfähigkeit* haben, weil die übrigen Metalle, bei dieser stärkeren Tension und ihrem geringeren Widerstande, für jene Electricität nun wieder mehr oder weniger Leiter geworden sind, so wie dünnes Glas bei einer gewissen Stärke der Maschinen-Electricität Leiter wird. Auf diese Art kann die Electricität in ihrer Wirkung auf die Körper in ganz verschiedenen Eigenschaften erscheinen. Ohne diesen Satz der relativen Leitung oder Isolirung, den ich in der erwähnten Abhandlung bereits vor zehn Jahren aufgestellt

habe, wird man nie im Stande seyn, die Erscheinungen des Magnetismus zu begreifen, oder seine, wenn gleich factisch bewiesene, Verbindung mit der Electricität zu erklären.

Aus dieser Ansicht ergiebt sich nun von selbst, dass man die *Erde* als eine *trockene* oder *magnetische Säule* ansehen müsse, deren attractiver Effect sich in dem *tellurischen Magnetismus* darstellt. Schon im J. 1809 suchte ich aus dieser Hypothese das *Gesetz der Inclination* zu berechnen, wie Hrn Professor Arzberger bekannt ist, mit dem ich damals mich darüber besprach. Sieht man die Erde als eine *isolirte* galvanische Säule an, und berechnet sonach aus dem Zustande ihrer Elemente die Gesammt-Anziehung auf einen Punkt an der Oberfläche der Erde, so erhält man ein Gesetz, das mit den Beobachtungen nur in der Nähe des magnetischen Aequators stimmt, dagegen nach den Polen hin zu grosse Differenzen giebt. Sieht man dagegen die Erde als eine *geschlossene* Voltaische Säule an, so fällt, unter der Voraussetzung der gleichen Vertheilung der electrischen Kräfte auf ihrer Achse, der Mittelpunkt der magnetischen oder electrischen Kräfte in den Mittelpunkt der Erde, von welchem aus die Anziehung im verkehrten Verhältniss des Quadrats der Entfernungen erfolgt. Denn bei der geschlossenen Säule liegen nach ihrer Axe die entgegengesetzten Electricitäten gleich stark an einander; man kann sie daher im Mittelpunkte dieser Axe vereinigt denken. Diese Hypothese der Versetzung der magnetischen Kräfte in den Mittelpunkt der magnetischen Axe, liegt der Formel des Hrn Biot zum Grunde, welche die In-

clinations-Beobachtungen genau darſtellt *). Nimmt man ferner an, daſs die Schichtungen der Erde, welche ihren electriſchen Zuſtand begründen, nicht alle regelmäſsig ſenkrecht auf die magnetiſche Axe ſind, wie das in der Natur der Sache zu liegen ſcheint, ſo wird die Erde *mehrere magnetiſche Axen* oder *Pole* zeigen müſſen. Iſt dieſe Unregelmäſsigkeit nur gering, ſo werden die mehreren gleichnamigen Pole nicht weit von einander fallen. Da die Lage dieſer Pole nur dann unveränderlich bleiben kann, wenn die Beſchaffenheit der electriſchen Tenſion der Schichten dieſelbe bleibt, was nicht angenommen werden kann, da die heterogenen Körper oder Schichten, die ſich berühren, allmäligen Veränderungen oder Modificationen der Heterogeneität unterworfen ſind, wodurch ſich auch die Lage der Schichten in Bezug auf die Hauptaxe verändert; ſo müſſen die verſchiedenen magnetiſchen Axen Veränderungen ihrer Lage unterworfen ſeyn, die wegen der Länge der Perioden und der Stetigkeit der Veränderungen im Innern der Erde eine gewiſſe Regelmäſsigkeit gewinnen. Daher die *Umlaufsperioden der Abweichung*.

Es iſt daher 1) die *Erde* eine *geſchloſſene Voltaiſche Säule*, deren attractiver Effect die Erſcheinungen des Magnetismus begründet. 2) Einige Unregelmäſsigkeit der inneren Schichtungen bringt *mehrere magnetiſche Axen* hervor, die um einen Mittelpunkt, als einer mittlern Hauptaxe, herum zu ſchwanken ſcheinen, weil jene Unregelmäſsigkeit durch die im-

*) Annalen Jahrg. 1804 B. 20 S. 280.

mer fortgehenden Modificationen der Heterogenеität der Schichten im Innern ſelbſt veränderlich iſt. Daſſelbe würde im Kleinen Statt finden, wenn man eine halbtrockene Säule in Kugelform bildete. 3) Die Erdſäule, iſt geſchloſſen, durch die Leitung des Waſſers oder der Luft zwiſchen ihren beiden electriſchen Polen. Tritt durch Umſtände eine Verminderung dieſer Leitung ein, ſo tritt dieſe Erdſäule in einen angemeſſenen Zuſtand von Iſolirung, die beiden Pole vergröſsern im Verhältniſs derſelben ihre electriſche Tenſion, und es entſteht Ausſtrömen von Licht (das *Nord-* und *Südlicht*), bis die Schlieſsung wieder hergeſtellt iſt. Das Nordlicht afficirt daher die Magnetnadel, weil auch eine geringe Iſolirung der Erdſäule den magnetiſchen Mittelpunkt verrückt *), folglich das Intenſitäts-Geſetz ſowohl als die Lage der Hauptaxe verändert. 4) Die Magnete ſind Subſtanzen, welche durch die Electricität der telluriſchen Säule in Ladungsſtand verſetzt ſind. Alle übrigen Körper ſind mehr und weniger Leiter dieſer telluriſchen Electricität. Die Magnete verhalten ſich daher ganz analog mit dem zwiſchen den Polen einer gewöhnlichen Säule electriſch geladenen Leitungsdrahte.

Ich erſuche Sie, dieſen Bemerkungen in Ihren geſchätzten Annalen einen Platz zu vergönnen. Sie ſind das kurze Reſultat eines langen Nachdenkens, und die

*) Eigentlich zwei ſolcher Punkte erzeugt, von denen der negative Mittelpunkt auf der negativen, der poſitive auf der poſitiven Seite der Axe liegt. Die Entfernung dieſer beiden Punkte wird am gröſsten, wenn die Iſolirung vollſtändig iſt.

ihnen zum Grunde liegende Idee ſie die kurze Abſtraction aus Tauſenden von Verſuchen, welche ich vor zehn und zwölf Jahren mit electriſchen Ketten und Säulen angeſtellt habe. Sie werden von ſelbſt bemerken, daſs die gehörige Ausführung der vorſtehenden Grundzüge reichhaltiger Stoff eines bedeutenden Werkes iſt: ein ſolches zu ſchreiben war ich vormals Willens, wie ich ſchon in jener oft erwähnten Abhandlung angekündigt habe. Aber es iſt bei allem, was man vorgearbeitet haben mag, zu umfaſſend, und fordert ausſchlieſsliche Widmung, die ich ihm nicht geben kann. Wenn Sie unterdeſſen dieſe Grundzüge meines Syſtems im Weſen auffaſſen, ſo werden ſich Ihnen die Erklärungen von mannichfaltigen Erſcheinungen, die damit zuſammenhängen, von ſelbſt ergeben. Ueber die Erklärung *des kosmiſchen Lichtes*, die damit zuſammenhängt, werde ich Ihnen ein andermal ſchreiben.

V.

Bericht von der Sitzung der Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für Naturwissenschaften, gehalten zu Genf am 25 bis 28 Juli 1820;

ein freier Auszug des für Physik und Chemie Interessanten *).

Ein im Mai erlassenes Umlaufschreiben hatte alle Mitglieder, (wie in St. Gallen das Jahr zuvor verabredet worden war,) auf die angegebenen vier Sitzungstage nach Genf eingeladen, wo die, welche sich einfanden, von den Genfern gastfreundlich beherbergt wurden, und fast die ganze Zeit über mit einander verlebten. Die Eröffnung geschah in dem Sitzungssaale des souverainen Raths der Repräsentanten der Republik, in Gegenwart der ersten Magistrats-Personen, der Mitglieder des Staatsraths der Akademie, der Geistlichkeit, der Gesellschaft zur Beförderung der Künste, und vieler ausgezeichneter, von dem Präsidenten dazu eingeladenen Fremden. Nachdem der erste Syndicus die fremden verbrüderten Gäste in einer kurzen Rede bewillkommnet hatte, hielt der Präsident eine der Veranlassung entsprechende Eröffnungs-Rede, welche

*) Ich lege bei diesem freien Auszuge den Bericht im Juli- und August-Hefte der *Bibl. universelle* zum Grunde. Vor 5 Jahren durch einige von dem sel. Gosse auf seinem Landgute *Mournex* unweit Genf versammelte Freunde der Naturgeschichte gegründet, zählt diese Gesellschaft jetzt schon über 300 Schweizer und 55 Fremde als Mitglieder. Gilb.

mit allgemeiner Theilnahme gehört wurde, und in der er unter andern einige Blumen auf das Grab des Dr. Jurine ſtreute. „Kein Studium, ſagte er unter andern, hat einen mächtigeren Reiz und einen gröſsern Umfang, als das der Naturgeſchichte in allen ihren Zweigen; es beſchäftigt Sinne, Verſtand und Herz zugleich, wenn man ſich anders bis zu der allmächtigen Urſach der Wunder erhebt, die ſie uns kennen lehrt; ſie fordert Thätigkeit und Beweglichkeit, beſchäftigt in den Jahren der Kraft alle Fähigkeiten des Menſchen, und bereitet ihm für die Jahre der Ruhe unerſchöpflichen Genuſs in der Anordnung und dem Studium der auf Reiſen gemachten Sammlungen, in denen jeder Gegenſtand an eine erlangte Kenntniſs oder an angenehme Eindrücke erinnert. Jede ſolche Sammlung ſtellt uns einige Züge des groſsen Gemäldes der Natur dar, und lohnt in der Regel die Aufmerkſamkeit reiſender Naturforſcher.“ . . .

Jurine war in Genf geboren und erzogen, hatte in Paris Medicin und Chirurgie ſtudirt, machte ſich nach der Rückkehr in ſeine Vaterſtadt bald durch anatomiſche Vorleſungen und durch glückliche Operationen rühmlich bekannt, und wurde zu Cabanis Nachfolger ernannt. So war er auf dem Wege zu Ruhm und zu Glücksgütern; aber ein angeborner Hang trieb ihn zum Studium der Natur, welchem er, ſo lange es auf das Erwerben ankam, zwar nur wenige Muſseſtunden widmen konnte, zwiſchen dem und ſeiner Kunſt er aber ſeine Zeit theilte, ſobald er ſich für die Zukunft geſichert ſah. Zuletzt beſchränkte ſich Jurine der Chirurg auf Conſultationen, indeſs Jurine *der Naturforſcher* ſich alle Jahr berühmter machte.

Er errang mehrere gelehrte Preiſe, unter andern die Hälfte der 1200 Franken, welche die franzöſiſche Regierung auf das beſte Werk über die unter dem Namen *Croup* bekannte Entzündung des Kehlkopfs ausgeſetzt hatte, und einen von der pariſer *Societé de Medicine* ausgeſetzten Preis über die *Angina pectoris*. Die Entomologie ſcheint ihn unter allen Theilen der Naturgeſchichte am mehreſten angezogen zu haben; zu dem ſchönen Werke, das er im J. 1807 über die Inſecten aus den Klaſſen *hymenoptera* und *diptera* bekannt machte, hatte alle Zeichnungen ſeine Tochter gemacht, die er bald darauf zu verlieren das Unglück hatte. Seine vorzüglichſten Beobachtungen und Entdeckungen finden ſich in den vielen Abhandlungen aufgezeichnet, welche er gelehrten Geſellſchaften, die ihn zu ihrem Mitgliede ernannt hatten, zuſchickte. Der Druck zweier wichtiger Werke ſollte eben beendigt werden, als ein Anfall der von ihm ſo ſorgfältig ſtudirten und beſchriebenen Angina pectoris ihm den Tod brachte; das eine dieſer Werke beſchäftigt ſich mit den merkwürdigen einäugigen Waſſer-Inſecten *Monoculus*, das andere mit den *Fiſchen des Genfer Sees;* beide ſind von ſehr vollendeten Zeichnungen begleitet; mit Ungeduld ſehen wir ihrer Erſcheinung entgegen. Das ſchönſte Denkmal ſeiner Liebe für die Natur-Geſchichte hat indeſs Jurine in dem bewundernswürdigen naturhiſtoriſchen Kabinet hinterlaſſen, welches eins der reichſten und vielleicht das bis ins Kleinſte hinab am zweckmäſsigſten und ſchönſten geordnete in Europa iſt; es macht eine der vorzüglichſten Sehenswürdigkeiten Genfs aus, und der Dr. Berger, ein Schüler und Freund des Verſtorbenen, iſt den Mitgliedern der

Geſellſchaft es zu zeigen bereit. „Der einzige Sohn Jurine's, Erbe dieſes Schatzes, vermag ſich deſſelben nicht zu erfreuen, da er als vornehmſter Eigenthümer der pariſer Bäder von Tivoli, an der Hauptſtadt Frankreichs gefeſſelt iſt; aber in ſeinem Neffen, den wir in Genf beſitzen, regt ſich ſchon Liebe zur Naturgeſchichte: möge er, der vielleicht hier gegenwärtig iſt, ſich angeloben, wenn er je in den Beſitz dieſer Sammlung komme, ſie ſeinem Vaterlande zu erhalten; denn das Intereſſe, ja ſelbſt die Ehre Genfs, als klaſſiſchen Bodens, iſt dabei im Spiele, daſs ein ſo vollſtändiges und köſtliches Mittel des Unterrichts in unſern Mauern bleibe.“

Noch kündigte Hr. Pictet an, der Staatsrath Genfs verehre der Geſellſchaft, nach dem Vorbilde der übrigen Kantone, in denen ſie ſich verſammelt habe, 400 ſchweizer (600 franz.) Franken zur Unterſtützung ihrer Arbeiten. „Patriotismus und Liebe zu den Wiſſenſchaften, ſo ſchloſs ſich Hrn Pictets Rede, haben in Genf ſeit zwei Jahren drei wiſſenſchaftliche Inſtitute begründet: eine Leſe-Geſellſchaft, welche ſchon eine Bibliothek von 6000 Bänden [meiſt ausgezeichneten wiſſenſchaftlichen Werken] beſitzt, einen botaniſchen Garten, und ein Muſeum der Naturgeſchichte und der Alterthümer. Die beiden letztern ſind jetzt öffentliches Eigenthum, haben dadurch aber ihren Charakter nicht verändert; denn Genf iſt nur eine einzige groſse Familie. Und dieſe wird mich nicht in der Einladung an alle unſere lieben Mitbrüder verleugnen, an dem Genuſs, den uns dieſe Inſtitute gewähren, Theil zu nehmen, ſo oft ſie alle oder einzeln nach Genf kommen, als wären ſie Mit-Beſitzer oder zum mindeſten Nutz-

nieſser derſelben, und mit ihnen in Tauſch zu treten, um das Band, das uns alle vereinigt, durch ſolche brüderliche und liberale Mittheilungen immer feſter zu knüpfen.“

Auf Antrag des Hrn Eſcher, von der Linth, wurde der Druck dieſer Rede, durch einſtimmigen Zuruf, beſchloſſen.

... Der Prof. Prevoſt las eine biographiſche Notiz und Auszüge aus den Manuſcripten des ſel. Benedict Prevoſt vor, ſeines Verwandten, und Mitgliedes der Genfer naturf. Geſellſchaft. Noch wurden am erſten Tage Berichte von den Sitzungen vorgeleſen, welche die naturforſchenden Geſellſchaften einzelner Kantone, zu *Bern*, *Lauſanne*, *St. Gallen* und *Genf*, während des verfloſſenen Jahres gehalten haben *).

*) Einige ſolche Berichte ſind abgedruckt in dem Meiſsner'ſchen Naturwiſſ. Anzeiger der Geſellſch. Ein Auszug des Protokolls der *Société des naturaliſtes* zu *Genf* vom 1 Juli 1818 bis 1 Juli 1819 führt unter andern an: fortgeſetzte Verſuche des Dr. Berger über die thieriſche Wärme; Maricand's Nachricht vom neueſten Ausbruche des Aetna; Soret's Notizen von einigen kürzlich in den Alpen entdeckten Mineralien, dem roſenrothen Fluſsſpath über Cormayeur (auch auf dem Salève findet ſich Fluſsſpath), von dem Adular zu Chamouny (Fontaine Caillet), den langen Gypsprismen von Cormayeur etc.; ſeine Beſchreibung des Sibiriſchen Euclas *trouvée dans la Baikalite*, von ihm gefundener neuer Kryſtallgeſtalten des rothen Bleierzes, und Nachricht von den geognoſtiſchen Arbeiten der Petersburger mineralogiſchen Geſellſchaft; des Herrn Huber Beobachtungen über Ameiſen und Bienen u. ſ. f. — Aus dem Protocolle der *Société de Phyſique et d'Hiſtoire naturelle* zu *Genf* führe ich hier an: Bemerkungen Jurine's über eine beſondere Art von Luftſpiegelung (*mirage*), welche ſich von ſeinen Fen-

im Torfe Jodine enthalten ſey (daſ. S. 249); und der Dr. Baup eine mediziniſche Topographie Nion's im Kanton Waad. Auch wurde der Geſellſch. ein Bericht Prof. Configliachi's in Pavia von Verſuchen mitgetheilt, die er mit dem Viperngifte gemacht hat; und von dem Dechant Bridel zu Montreuil bei Vevay, am Schluſs der vierten Sitzung, eine biographiſche Notiz über den unter dem Namen Juſtus Birgius oder Birger, auch Joiſt Burg bekannten Mathematiker, der 1552 in Lichtenſteig, der Hauptſtadt von Toggenburg geboren, und Aſtronomen des Landgrafen von Heſſen, dann Mechanikus an dem kaiſerl. Kabinet in Wien war, und 80 Jahr alt in Kaſſel ſtarb, und dem wir die Erfindung des Proportional-Zirkels und die erſte Idee zu den Logarithmen und dem Meſſen der Zeit durch ein Pendel verdanken. Bemerkungen des Dr. Goſſe über die Vervollkommnung, deren der Sinn des Gehörs bei Taubſtummen durch Uebung und Erziehung des Ohrs und der Organe zum Sprechen fähig iſt, mit praktiſchen Folgerungen, konnten nicht mehr vorgeleſen werden.

Noch wurden der Geſellſchaft überreicht von dem Dr. Schinz von Zürich zwei Hefte ſeines ſchönen Werks über die Eier und Neſter der Vögel; von Hrn Studer ein ſyſtematiſches Verzeichniſs der Fluſs- und Erd-Conchylien der Schweiz; von Hrn Verdet ein umſtändliches Verzeichniſs der von ihm um Délémont im Jura geſammelten Inſekten und mehrere Notizen über Inſekten; von Hrn Scherer von Bern ſehr ſchöne zu ſeiner Monographie der Flechten beſtimmte, und von Hrn Wyss daſelbſt gemachte Zeichnungen; von dem Dr. De Caſtella in Neufchatel eine

Ueberſicht über die im J. 1819 im Hoſpitale Peurtalés daſelbſt behandelten Kranken; von dem Dechant Bridel ein Exemplar ſeiner Statiſtik des Wallis; von Hrn Eſcher die meteorologiſchen Blätter, welche er in Zürich herausgiebt; von Hrn Eſcher von der Linth daſelbſt eine graphiſche Darſtellung der Höhen des Rheins bei Baſel während 10 Jahre, der dabei den Wunſch äuſserte, eine ähnliche von der Rhone bei Genf zu haben um die Waſſermaſſe ſchätzen zu können, die in einer beſtimmten Zeit aus der Schweiz abgeführt worden; und von Hrn Dr. Hamel aus Ruſsland, vom Blitz geſchmolznes Eiſen eines Fenſtergitters aus einem Hauſe zu Thonon, in welches der Blitz vor kurzem bei einem Gewitter eingeſchlagen hatte.

Hr. Prof. De Candolle wies in der Geſellſchaft Zeichnungen zu einer Flora von Mexiko, in 13 Bänden in groſs Folio vor, welche ungefähr 1340 Blätter in ſich ſchlieſsen. Mehr als tauſend derſelben ſind in Zeit von acht Tagen, nach den Original-Zeichnungen ſehr geſchickter mexikaniſcher Mahler, durch freiwilliges Zutreten Genfer Künſtler und Kunſtliebhaber beider Geſchlechter, unter Umſtänden copirt worden, wo ohne dieſem dem Profeſſor und den Freunden ſeiner Wiſſenſchaft gleich rühmlichen Eifer, die Gelegenheit etwas ſo köſtliches zu erwerben unwiderbringlich würde verloren gegangen ſeyn. Beim Anblick dieſer Sammlung von Pflanzen-Gemälden kann man ſich des Staunens und der dankbaren Bewunderung nicht erwehren. — Hr. De Candolle zeigte noch an, es habe ſich in Genf eine ähnliche freiwillige Verbindung in der Abſicht gebildet, ſowohl alle Pflanzen, welche

in dem botaniſchen Garten zu Genf zur Blüthe kommen, als alle in dem Kanton Genf einheimiſche Pflanzen, zu mahlen. Ungeachtet er dieſes Unternehmen erſt in einem im April gegenwärtigen Jahres gedruckten Programme in Anregung brachte, ſo iſt er doch ſchon im Beſitze von 140 Aquarell-Zeichnungen, die zwei Foliobände füllen, welche er der Geſellſchaft vorlegte.

Hr. Apotheker Peſchier in Genf machte die Geſellſchaft mit den Reſultaten ſeiner Verſuche über die narkotiſchen Stoffe einheimiſcher Pflanzen bekannt. Sie lehrten ihn: *Erſtens*, auch aus dem Safte von *Mohnköpfen*, die in Europa wachſen, laſſe ſich Morphin und Mekonſäure erhalten, aber nicht aus den Köpfen, nachdem ſie völlig reif und trocken geworden ſind. *Zweitens*, die Köpfe des Neapolitaniſchen Mohns gaben ihm eine beſondere kryſtalliſirbare von der Mekonſäure verſchiedene Säure, und einen weiſſen Wachs ähnlichen Körper. *Drittens*, die folgenden narkotiſchen Pflanzen: *Schierling*, *Belladonna*, *Bilſenkraut*, *Eiſenhütlein* enthalten jede eine *beſondere* kryſtalliſirbare Säure, einen *neuen alkaliſchen* Körper, einen öhlig-wachsartigen Beſtandtheil, phosphorſauren Kalk und kohlenſauren Kalk; *Viertens* zwiſchen den unmittelbaren Beſtandtheilen zweier Aconitum-Arten fand er keine Verſchiedenheit; *Fünftens*, nur die Kapſeln und Samen des *Stechapfels* (*Stramonium*) enthalten ein Alkali, und auf demſelben beruhen wahrſcheinlich die mediziniſchen Kräfte deſſelben; *Sechſtens*, da die Säuren dieſer Pflanzen charakteriſtiſch verſchieden ſind, und auch die neuen Alkalien derſelben eine verſchiedene Auflöslichkeit im *Alkohol und* Verſchiedenheit in ihren Verbindungen

mit den Säuren zeigen, ſo könne man, ſchlieſst Hr. Peſchier, jene wie dieſe vorläufig nach der Pflanze, in der ſie ſich finden, benennen.

Am Schluſſe der Verſammlung des dritten Tages wurden in dem chemiſchen Laboratorium des Muſeums einige glänzende Verſuche veranſtaltet. Der Prof. Marcet brachte in wenig Minuten Queckſilber mittelſt der Kälte zum Gefrieren, welche in dem luftverdünnten Raume einer Luftpumpe ſchnell verdünſtender Schwefel-Kohlenſtoff erzeugte, ungeachtet die Temperatur des Ortes 19° R. war, und ſchmelzte dann Platindraht mittelſt eines Stromes Sauerſtoffgas, den er durch die Flamme einer Weingeiſtlampe trieb (vergl. dieſe Annal. (B. 52 S. 279).

Der Prof. De La Rive ſetzte den aus 38 Trögen, jeden von 10 Plattenpaaren Zink und Kupfer beſtehenden galvaniſch-electriſchen Apparat, welchen er beſitzt, in Wirkſamkeit. Er glühete und ſchmelzte damit Platindraht; verbrannte Eiſen, Stahl, Gold und Silber; zerſetzte zugleich Waſſer und ſchwefelſaures Natron etc., und zeigte das Freiwerden einer unglaublichen Menge von Licht zwiſchen zwei ſtumpfen Kohlenſpitzen, durch die man den Voltaiſchen Kreis ſchlieſst. Das Auge vermag kaum dieſes helle Licht zu ertragen, welches nicht durch Verbrennen entſteht, da es im luftleeren Raume zum mindeſten mit eben dem Glanze als in der Luft ſich zeigt. — Zuletzt lieſs Hr. De La Rive noch die Wirkungen eines von Berzelius angegebenen und von dem geſchickten Genfer Mechanikus Selligue ausgeführten neuen Volta'ſchen Trogapparats ſehen, der ganz aus Zellen von Kupfer beſteht, in deren jeder eine Zinkplatte ſchwebt. Ein

ſolcher aus 15 Zellen beſtehender Apparat ſchmelzte einen Platindraht von $\frac{1}{3}$ Linie Durchmeſſer, brachte zwiſchen zwei Kohlenſpitzen ein lebhaftes Licht hervor, und zeigte ſich eben ſo vorzüglich im Zerſetzen der Körper. Zehn ſolche quadratiſche Zellen von 11 Zoll Seite zerſetzen 1 Unze Waſſer in $1\frac{1}{2}$ Stunden.

Einen andern ſehr einfachen und ſehr intereſſanten Galvaniſchen Apparat, zeigte in einer der Verſammlungen der Geſellſchaft, Dr. Straub, Arzt zu Hofwyl, vor; nämlich eine Säule aus Zinkſcheiben und aus künſtlicher Kohle in Geſtalt von Scheiben bereitet, die jede zwar nur 3 Zoll Durchmeſſer haben, aber von denen 4 Paare Funken geben, und 5 Paare das Waſſer zerſetzen, wie man ſich in der Verſammlung überzeugte *).

Während des Laufs der Verſammlung wurden in ihr vorgeleſen *vier geognoſtiſche Abhandlungen.*

Hr. Lardy von Lauſanne theilte der Geſellſchaft die Reſultate ſeiner Beobachtungen *über den Thonſchiefer in Wallis* mit. Mit wenigen Zügen entwarf er die Topographie des groſsen Rhone-Thals und ſeiner Seiten-Thäler. Von der Quelle der Rhone bis zum Genfer See hat dieſes Thal 4242 Fuſs Fall. Die Berge, welche es einſchlieſsen, haben Höhen von 6000 bis 14580 Fuſs über dem Meere; mehrere derſelben ſind mit ewigem Schnee bedeckt, und ſie beſtehen aus 4 verſchiedenen Gebirgsarten: Thonſchiefer, welche die herrſchende iſt, Kalkſtein, Gyps und Quarz. Dieſe

*) Die ſchon vor vielen Jahren von Sir Humphry Davy dargeſtellten kräftigen Zink-Kohlen-Säulen ſind in dieſen Annalen Jahrg. 1802 B. 11 S. 394 beſchrieben. *Gilb.*

Gebirgsarten haben eine deutliche Lagerung; sie streichen fast alle von Ost nach West, und sie fallen hauptsächlich nach Süden, unter Winkeln zwischen 45 und 70 Graden. Sie wechseln häufig mit einander ab, worin sich aber nichts Regelmäfsiges zeigt. Der Thonschiefer nimmt in Wallis eine Länge von 30 Lieues und eine Breite von 3 Lieues ein. Ueberreste organischer Körper sind in demselben noch nicht gefunden worden. Durch die in dieser Abhandlung angeführten Thatsachen wird es aufser allem Zweifel gesetzt, dafs der Gyps von derselben Formation ist, als die drei andern Gebirgsarten, welche in der Region des Thonschiefers hier mit einander vorkommen, und widerlegen die Meinung, dafs er eine in einem Becken abgesetzte jüngere Formation sey.

Herr Peter Merian aus Basel las einen Aufsatz *über die geognostischen Verhältnisse des Kanton Basel und einiger benachbarter Gegenden* vor, den er durch Vorzeigen von Proben der Gebirgsarten erläuterte. Eine genaue Kenntnifs des Jura ist für die ganze Geognosie der Schweiz und einiger benachbarter Länder von grofsem Interesse. Der Rhein durchbricht da, wo er sich plötzlich nördlich nach Basel wendet, der Quere nach die Kette des Jura, welche sich bis über den Schwarzwald hinaus zieht. Hr. Merian unterscheidet verschiedene Glieder der Formation dieser Gebirgskette: *erstens* den bunten Marmor-Sandstein (*le grès marbre coloré*) der die Grundlage macht; *zweitens* den grünlich braunen Kalkstein, der etwas bituminös ist, auf dem erstern liegt, und aus dem zum Theil die beiden Ufer des Rheins bestehen; *drittens* den bunten Mergel (*marne colorée*) und unter-

geordnete Flötzlager mit Verſteinerungen, unter denen ſich auch Gryphiten finden; *viertens* den Roggenſtein, der auf dem Kalkmergel liegt und ebenfalls Verſteinerungen enthält; *fünftens* endlich den eigentlichen Jura-Kalkſtein, der ſich weithin durch den Kanton Solothurn, das Bisthum Baſel, und die Kantone Neufchatel und Waad hinzieht.

Herr Eſcher von der Linth theilte ſeine Anſicht über die *Formation der groſsen Kette des Jura* mit. Er ſieht ſie als aus mehreren Ketten von Flötzgebirgen beſtehend an, die einander parallel laufen, ſich gegen Annecy zu an die Alpen anſchlieſsen, und gleichſam wie Stufen an Länge abnehmen, je näher man Genf kömmt. Ueberdem iſt jede einzelne Kette, welche einen Theil der groſsen ausmacht, den Alpen parallel. Die *erſte* trennt blos der See von Annecy von den Alpen; die *zweite*, der *Salève*, neigt ſich gegen ſie, und fällt an der Arve nordweſtlich unter Tage ein. Die *dritte* iſt die *Dole* und endigt ſich bei *Orbe*. Die *vierte*, der *Mont Suchet*, iſt zu Motiers-Travers abgeſchnitten und findet ſich zu *Chaumont* wieder. Gegen Arau zu beſteht der Jura aus bloſsen Hügeln. Der *Gisliftiſch*, der bei Wildeck unterbrochen iſt, ſetzt bis Brunek fort, wo er ſich lothrecht abſchneidet. Die niedrige Kette, auf welcher Schloſs Habsburg ſteht, und die von der Reuſs und der Limmat durchſchnitten wird, erhebt ſich unmerklich und iſt gegen Regensberg zu lothrecht abgeſchnitten. Von den Alpen iſt hier der Jura 14 Lieues entfernt, und den Raum zwiſchen beiden nimmt Sandſtein ein; von Kalkſtein findet man hier keine Spur, *Nagelfluh* aber kömmt hier an mehreren Stellen bis zu 6000 Fuſs Höhe über

dem Meere vor. Zeigen, fragt Hr. Eſcher, die den Alpen näheren Flötz-Gebirgs-Ketten dieſelben Verhältniſſe und dieſelbe Altersfolge, als die des Kantons Neufchatel; oder gehören ſie zu einer neueren Formation, welche auf der andern aufliegt? Er ladet die Schweizer Geognoſten ein, ſich mit Beantwortung dieſer Frage zu beſchäftigen.

Von dem Chevalier Bourdet, aus dem Departement der Nièvre, wurde über die foſſilen Fiſchzähne oder ſogenannten *Gloſſopteren* ein Aufſatz vorgeleſen. Sie kommen in verſchiedenen Gegenden und in verſchiedenem Geſtein, am häufigſten aber in der dichten Kreide und im groben oder Muſchel-Kalkſtein vor, ſelten im Uebergangs-Gebirge und im compakten Kalkſtein. Er unterſcheidet 8 Arten derſelben, welche eben ſo vielen Arten von Hayfiſchen (*Squalus*) angehören, nämlich dem *Squale requin*, *glauque*, *longnez*, *rouſſette*, *feroce*, *emiſſelle*, *griſet*, *ſcie*. Man findet auch Zähne von 5 Arten Rochen (*raies*), welche er angiebt. Die *Bufonite* und *Batrachite* ſind nach ihm Stücke des Gaumes von Fiſchen *).

*) Noch ſtehe hier folgende Zeitungs-Nachricht aus dem November 1820. Hr. Prof. Chavannes hat der naturforſchenden Geſellſchaft zu Lauſanne eine in *Monrepos* bei Lauſanne entdeckte, merkwürdige Verſteinerung vorgewieſen. Beim Durchbrechen eines Sandſteinhügels daſelbſt, ſpaltete ſich ein losgebrochenes Felſenſtück, und es fand ſich darin ein vollkommen wohl erhaltenes fächerartiges Blatt der niedrigen Palme ohne Stacheln (*Chaemerops humilis*), die bekanntlich im ſüdlichen Italien und in Spanien wächſt, in *foſſilem Zuſtande*. Das ſeltene Stück wird in dem Muſeum der Geſellſchaft aufbewahrt. *Gilb.*

Preisvertheilung

und neue Preisfragen auf das Jahr 1822.

Der in der Verſammlung des vorigen Jahres zu St. Gallen ernannte Ausſchuſs zur Prüfung der Beantwortungen der im J. 1818 von der Geſellſchaft aufgegebenen Preisfragen, welche bei ihr eingegangen waren, ſtattete in der zweiten dieſsjährigen Sitzung durch Hrn Prof. Pictet folgenden Bericht ab. Sie hatte nur zwei Abhandlungen erhalten, die eine mit dem Motto *Sola jugis* etc., die andere mit dem Motto *Dans ces montagnes* etc. Die erſte beſteht aus einer bloſsen Sammlung von Beobachtungen aus mehreren Schriften, mit nur ſehr wenigen Beobachtungen des Verfaſſers. Die zweite beruht auf viele eigne Unterſuchungen und enthielt neue und ſinnreiche Anſichten, beſchränkt ſich aber nur auf einen einzigen Kanton, und beantwortet alſo die Frage nicht in der Allgemeinheit, welche das Programm forderte. Der Ausſchuſs ſchlug daher vor, ihr die Hälfte des ausgeſetzten Preiſes, als *Acceſſit*, zu ertheilen, und die Preisfrage zu wiederholen, jedoch in minderer Ausdehnung, da ſie ſonſt ſchwerlich zu beantworten ſeyn möchte. Die Geſellſchaft nahm dieſen Vorſchlag an, nur daſs die Mehrheit beſchloſs der Abhandlung die Hälfte der Summe als *Preis*, nicht als Acceſſit, zuzuerkennen, weil ſie innerhalb der Gränzen der Arbeit ihres Verfaſſers den Bedingungen völlig genüge. Beim Eröffnen des verſiegelten Zettels fand ſich als Verf.: Karl Kaſthofer, Oberförſter zu Unterſeen im Kanton Bern und Mitglied der Geſellſchaft *).

In der Ueberzeugung, dafs ſich allein aus einer genaueren Kenntniſs von dem vergangenen und von dem gegenwärtigen Zuſtande unſerer Alpen etwas Zuverläſſiges über die Frage, ob ſie kälter geworden ſind, entſcheiden laſſe, ſetzt die Geſellſchaft folgende Preisfrage für das Jahr 1822 aus: „Man verlangt eine „Sammlung genauer und gut beobachteter Thatſa„chen über das Wachſen und das Abnehmen der „Gletſcher in den verſchiedenen Theilen der Alpen, „über die Verſchlechterung oder Verbeſſerung der „Alpweiden, und über den ehemaligen und gegen„wärtigen Zuſtand der Wälder auf den Alpen.“

Es iſt hinreichend dieſe Fragen innerhalb irgend einer beſtimmten Ausdehnung der Alpenkette, oder ſelbſt innerhalb eines einzigen Kantons zu beantworten. Die Abhandlungen können lateiniſch, deutſch, italieniſch oder franzöſiſch geſchrieben ſeyn, müſſen aber mit einem verſiegelten, mit dem Motto bezeichneten Zettel, worin der Name des Verfaſſers enthalten iſt, dem Präſidenten der Geſellſchaft *vor dem 1 Januar 1822* eingeſendet werden. In der nächſtjährigen Sitzung wird ein Ausſchuſs zur Beurtheilung der eingehenden Abhandlungen ernannt, und in der Sitzung des Jahres 1822 der 500 Schweizer Franken betragende Preis, und ein Acceſſit von 200 ſchw. Franken, genügenden Aufſätzen zuerkannt werden.

*) „Iſt es wahr, dafs die hohen ſchweizeriſchen Alpen ſeit einer Reihe von Jahren rauher und kälter geworden ſind?“ Unter dieſer Ueberſchrift findet ſich in den zu Arau erſcheinenden *Ueberlieferungen zur Geſchichte unſerer Zeit*, Nov. und Dec. Heft 1820, S. 505 f. dieſe Preisſchrift des Hrn Kaſthofer abgedruckt. *Gilb.*

Einen zweiten Preis von 400 ſchw. Franken ſetzt die Geſellſchaft auf „die beſte *phyſikaliſche* (das heiſst „auf das Studium der Producte der drei Naturreiche „ſich beſchränkende) *Statiſtik* irgend eines der 22 „Kantone der Schweiz.“ Die Bewerbungszeit für dieſe Frage dauert bis zum 1 Januar 1822. Es iſt die Abſicht der Geſellſchaft, wenn ihrem Verlangen genügt wird, nach einander ähnliche Concurſe zu veranlaſſen, um auch landwirthſchaftliche, gewerbliche, und commerciale Statiſtiken zu erhalten, und ſie ladet ſchon jetzt diejenigen, welche ſich mit dieſen Gegenſtänden beſchäftigen, ein, Materialien für ſolche Arbeiten zu ſammeln.

Noch iſt auf Antrag der Central-Comité der Geſellſchaft feſtgeſetzt worden, daſs hinfüro *ordentliche Mitglieder* nicht anders ernannt werden ſollen, als auf Vorſchlag der naturforſchenden Geſellſchaft des vaterländiſchen Kantons, oder wenn dieſer keine hat, auf ſchriftliches Einkommen wenigſtens einen Monat vor der Verſammlung, bei dem jedesmaligen Präſidenten der Allgemeinen Schweizeriſchen Geſellſchaft. Ihre Sammlungen ſollen in Bern niedergelegt, und ihre Kaſſe auf drei Jahre einem Genfer Bankierhauſe übergeben werden. Zur nächſtjährigen Sitzung wurde *Baſel*, und zum Präſidenten Herr Huber, Profeſſor der Phyſik an der dortigen Univerſität, ernannt.

VI.

Erklärung des Hrn Mechanikus Liebherr in München, über eine in dieſen Annalen J. 1820 St. 7 S. 329 enthaltene Nachricht, die von Reichenbach'ſche Werkſtätte betreffend.

München, den 24 Jenner 1821.

In der in Ihren Annalen, am angef. Orte, unter der Aufſchrift: *Die Werkſtätte von Reichenbachiſcher eingetheilter Inſtrumente in Wien*, enthaltenen Nachricht, ſehe ich, daſs ein mir zwar Unbekannter, aber nach dem Geſagten zu ſchlieſsen, wohl Unterrichteter, meines Antheils an der Entſtehung der bisher immer nur unter dem Namen der *Reichenbach'ſchen* bekannten *Kreistheil-Methode* und *Kreistheil-Maſchine* gedenkt. Ich bin weit davon entfernt, eines Andern reelles Verdienſt ſchmälern, oder es mir zueignen zu wollen; da indeſs aus Ihrer Anmerkung zu oberwähntem Aufſatze hervor zu gehen ſcheint, daſs Sie ſelbſt, und mit Ihnen vielleicht viele Andere nicht ganz in dieſer Sache aufgeklärt ſind, ſo erlauben Sie mir, noch einige Worte darüber zu ſagen, um deren Einrückung in Ihre Annalen ich zugleich bitte.

Allerdings hat es ſeine Richtigkeit, daſs Hr. von Reichenbach eine neue Kreis-Eintheilungs-Maſchine unter ſeinen Augen, und nach dem Muſter der ſeinigen, für die neue Werkſtätte in Wien hat verfertigen laſſen, und daſs die zu ſeiner Kreiseintheilungs-Maſchine gebrauchte Methode, welche nach meinem Wiſſen bis jetzt als die vorzüglichſte anerkannt wird, *meine* Erfindung iſt. Daſs ich ſie in

dem in der erwähnten Nachricht genannten Orte *Immenſtadt* im Ober-Donau-Kreiſe, auf die dort angegebene Veranlaſſung und in dem genannten Jahre gemacht habe, kann ich durch unwiderlegbare Beweiſe darthun, wie auch, daſs ich dieſe meine Erfindung dem Hrn von Reichenbach, nebſt andern Kenntniſſen und Erfahrungen, im Jahr 1802, in die Geſellſchaft mitgebracht habe, durch welche das mathematiſche Inſtitut; unter der Firma: Reichenbach, Utzſchneider und Liebherr, entſtanden iſt.

An der Verpflanzung eines Exemplars einer ſolchen Eintheilungs-Maſchine nach Wien, habe ich bis jetzt nicht den mindeſten Antheil. Ich werde mich aber nun in Zukunft nicht mehr für verbunden halten, dieſen für das Vaterland gewiſs ehrenvollen und intereſſanten Theil des Kunſtfleiſses dem Auslande zu verweigern, ſondern ſolchen, als mein rechtlich und ohne einen Beitrag erworbenes Privat-Eigenthum achten, und ohne alle Rückſicht auf jede mir gefällige Art veräuſsern.

Ueber den Werth und die Brauchbarkeit derjenigen aſtronomiſchen und mathematiſchen Inſtrumente, welche aus der jetzt zu München unter der Firma *Utzſchneider, Liebherr und Werner*, und unter meiner Leitung beſtehenden Anſtalt, bis jetzt hervor gegangen ſind, laſſe ich alle diejenigen urtheilen, welche Inſtrumente aus ihr bezogen haben. Soviel iſt indeſſen gewiſs, daſs ich frei von allen Dienſten, meine ganze Zeit, ohne geſtört zu werden, den Inſtrumenten widmen kann, welche bei mir verfertigt werden, bei denen ich mich beſtrebe durch Verbeſſerungen und Anwendung der gemachten Erfahrungen, das Zutrauen, welches man mir bisher ſchenkte, noch zu vermehren; und das um ſo mehr, da ich auſser der vollſtändigen Theil-Maſchine alle andere Einrichtungen und Apparate beſitze, um jedes Inſtrument ohne fremde Beihülfe verfertigen zu können.

VII.

Sprengen von Eis.

Folgendes einfache und leicht auszuführende Verfahren, eine Eisdecke und Eisſchollen zu ſprengen, findet ſich im vierten Stücke der Edinburger phyſikaliſchen Zeitſchrift empfohlen, welches zuerſt ein Hr. John Merricks zu *Esk-Hill* ausgeführt und öffentlich bekannt gemacht habe. Man mache mit einem Meiſſel ein Loch in das Eis, bringe ein Stück Brett quer darüber, und hänge daran, ungefähr 2 Fuſs unter dem Eiſe, ein zinnernes Büchschen, das einige Unzen Schieſspulver enthält, und oben mit einer zinnernen Röhre verſehen iſt, die ein Knie hat, mit welcher es auf dem Brette ruht. Entzündet man das Schieſspulver auf die gewöhnliche Weiſe mit einer Lunte, ſo wird das Eis nach allen Richtungen in die Höhe geſchleudert. Bei einem Verſuche, den man mit $3\frac{1}{2}$ Zoll dickem Eiſe anſtellte, wurde das Eis in einem 45 Fuſs langen und 33 Fuſs breitem Raume zerbrochen. Herr Merricks empfiehlt dieſes Verfahren den Grönlandsfahrern, wenn ſie im Eiſe einfrieren, und Hr. Scoresby der Jüngere urtheilte, daſs es ihnen allerdings unter Umſtänden ſehr brauchbar ſeyn könne.

VIII.

Eine von der k. Societät der Wiſſ. zu Göttingen für den Juli 1821 aufgegebene ökonomiſche Preisfrage.

Der Mangel ſehr feuerfeſter Schmelzgefäſse, welche z. B. höhere Hitzegrade ohne zu ſchmelzen als die bekannten Almeröder Tiegel, auszuhalten vermögen, iſt ſehr fühlbar bei manchen techniſchen Anwendungen in mehreren Gegenden von Deutſchland. Die Erfahrung lehrt, daſs Talkerde den Thon viel feuerbeſtändiger macht. Es fragt ſich daher, ob nicht entweder die aus den Mutterlaugen der Kochſalz-Siedung auf manchen Salinen in Menge darſtellbare kohlenſaure Talkerde, oder Talkerde-haltige Foſſilien, wie Serpentin, mit Vortheil als Zuſatz bei der Fabrikation ſolcher Schmelzgefäſse angewendet werden könnten?

Die königl. Societät macht daher zum Gegenſtande einer Preisaufgabe, eine auf Verſuche gegründete Beantwortung der Frage: *Wie die auf den Salinen zu gewinnende kohlenſaure Talkerde, oder andere Talkerde-haltige Körper, zur Verfertigung ſehr feuerfeſter Schmelzgefäſse mit Vortheil benutzt werden können?* Wobei die kön. Societät erwartet, daſs der Anleitung zu Anfertigung derſelben, Proben von dem nach derſelben bereiteten Schmelzgeräthe zur Prüfung beigefügt werden. — Preis 12 Ducaten. Die Antworten müſſen vor Ablauf des Mai's poſtfrei eingeſendet ſeyn.

E ZU HALLE,

ATOR DR. WINCKLER.

TAG	8 M p.	WINDE TAGS	WINDE NACHTS	WITTERUNG TAGS	WITTERUNG NACHTS	UEBERSICHT. Zahl der Tage.
1	334	NW 1	NW 1	vr.	tr.	heiter 2
2	3[illegible]	ssw. SW 2	SW 1	tr. Rg.	tr. Rg.	schön 4
3	3[illegible]	N. SW 1	S 2	tr. Abr.	tr. Rg.	verm. 9
4	3[illegible]	SW. wsw 3	wsw 3	tr. etws Rg. strm.	tr. strk Rg. strm	trüb 1[illegible]
5	3[illegible]	SW 3	W 3	tr. Rg. wndg	tr. strk Rg. wnd	Nebel 15
6	3[illegible]	N 2	S 1	sch. Rg. u. Schn.	ht.	Regen 6
7	3[illegible]	S 2, 3	ssw 3	tr. Rg. u. Schn. wnd	tr Rg. u. Sch. wd	Rg-Sch. 2
8	3[illegible]	W 3	W 3	tr. etws Rg. wndg	tr. wnd.	Schnee 3
9	3[illegible]	W. wnw 3	SW 2	tr. Abr. wndg	tr.	windig 11
10	3[illegible]	SW 3	SW 3	vr wndg	tr. wndg	stürm. 1
11	3[illegible]	SW 3	SW 4	vr. wndg	tr. strm.	Nächte
12	3[illegible]	wsw. SW 2	wsw 2	tr. etws Rg.	tr.	heiter 10
13	3[illegible]	SW. N 2 3	SO 2	vr. Mrgr. fein Rg.	tr. strk Schn.	schön –
14	3[illegible]	nno. N 2	N 2	tr. gelind Schn.	tr.	verm. –
15	3[illegible]	NO. nno 2	nno 2	sch. etws Nb.	ht.	trüb 21
16	3[illegible]	N. O 1. 2	O 2	sch. Nb. Mrg-Abr.	ht.	Nebel 4
17	3[illegible]	O. oso 2	SO 2	tr. etws Nb.	tr.	Regen 4
18	3[illegible]	oso 2	O 2	tr. Nb. Mrgr.	tr.	Rg-Sch. 1
19	4[illegible]	oso 1. 2	SO 1	tr. etws Nb.	tr. etws Nb.	Schnee 2
20	4[illegible]	SO. NO 1	O 1	sch. etws Nb. Mrgr	tr. wenig Nb.	windig 9
21	4[illegible]	ssw. SO 2	ssw 1	vr. Nb.	ht.	stürm. 2
22	3[illegible]	oso 1, 2	O 2	vr. Nb.	ht.	
23	3[illegible]	ono. NO 3	nno 2	vr. Nb.	ht.	Mgrth 10
24	3[illegible]	nno. ono 3	ono 2	tr. Mrgr.	tr.	Abrth 7
25	3[illegible]	nno 3	NO 2	tr. etws Nb. wndg	tr. etws Nb. wd	
26	3[illegible]	ono 3	ono 3	tr. etws Nb. wndg	tr. etws Nb. wd	
27	3[illegible]	ono 3	ono 3	tr Nb Mgr Schfl Abr	ht. wndg	
28	3[illegible]	ono NO 3	ono 3	vr. Mgr. e. Schfl. wd	tr. wndg	
29	3[illegible]	ono 3. 2	ono 3	ht. Nb. Mg-Abr. wd	ht. wndg	
30	3[illegible]	ono. O 3	ono 2	ht. Nb. Mrg. u. Abr.	ht.	
31	3[illegible]	O 2, 1	ono 1	vr. Nb. Mrg. u. Abr.	tr. Schnfl.	
Med	336	östliche	östliche	Anzahl der Beobb. an jedem Instrum. 15[illegible]		

	meter
	0°,42
Uhr	[illegible], 86
8	m–[illegible], 91
12	m[illegible], 47
2	m–[illegible], 56
6	m–[illegible], 00
10	m–[illegible], 92
	[illegible], 92
	[illegible],90°

Berechnung der absoluten Höhe von Halle über dem Meere, aus den Mittags-Beobachtungen des Monats December:

31 Beobb. im ganzen Mon.	Barometer	Thermomet.	Höhe
geb. d. Mittel = m =	335'',991	— 1°,70	135 F. [illegible],558
dav. sind 4 bei nördl. Wd	m + 0, 495	m — 5, 53	m — 32,526
14 bei östlich. –	m + 1, 483	m — 3, 83	m — 102,012
7 bei südl. –	m — 1, 776	m + 6, 33	m + 155,484
6 bei westl. –	m — 1, 600	m + 5, 23	m + 128,178

Erklär Duft, Rg. Regen, Gw. Gewitter, Bl. Blitze, wnd. oder Wd. wind Morgenroth, Ab. Abendroth.

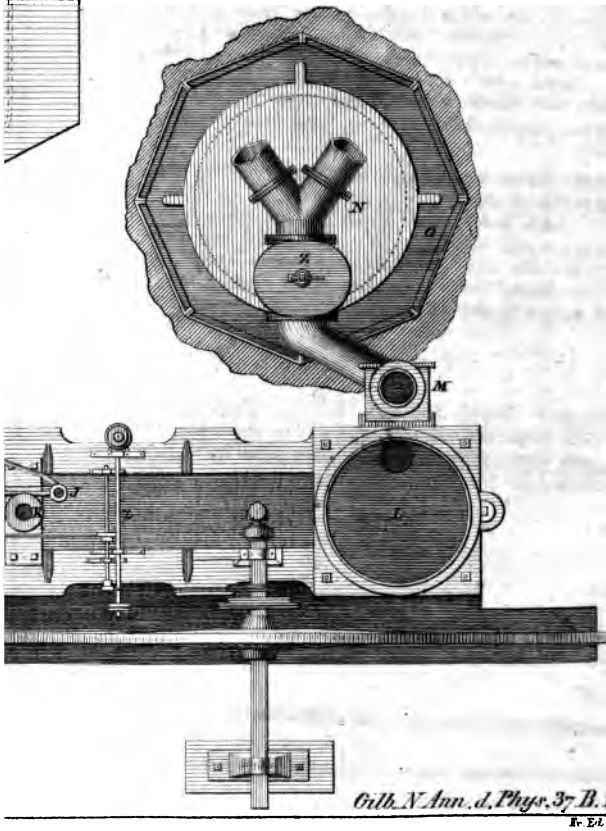
o l k e n.

n Stratus in SW. Am 21. Morgens dichter Nbl, der erſt, na
Abend ſich verliert; Mittgs gehet Cirrus-Schleier in dichte
ſich Nchmittgs in wolkige Bed. modificirt, dieſe, Abds an de
kend, läſst die Nacht mit nur geringen Cirr. Cum. oben und
heiter. Heute 9 U. 44′ 10″ Abds die Winter-Sonnen-Wen
h, ſtark morgenrothe Cirr. Str.; bis Mittag lichter geworden
Nachmittags nach Weſten und der Himmel iſt wolkenleer.
Nchts aber, heiter. Am 23. gleiche Bed. früh mit einem mor
S, und ſondert ſich in Cirr. Str. Gruppen mit einem Damm an
ıd Nachts etwas Cirri, dann ohne Wolken zwar, doch nich
früh dünn. Schleier, um 8 Uhr ziehet ſchnell eine dichte Cirr
) und es bildet ſich eine dichte Bed., ſpäter einzelne Schneefloc
27 gleichf. und ſtark bed., einzelne Schneefl., letztere Tage
Decke und Nachts heiter. Das letzte Monds-Viertel um 2 Uh
i dem zugleich der Mond in ſeine Erd-Ferne kömmt, daher
erung.

m 28. früh ziehen leichte morgenrothe Cirr. Str. über heitern
vergrößern ſie ſich und am Horiz. ſtehet Contin., Abds und
und gleich bed. Am 29. früh ſehr dünn verſchleiert, dann
ıetem Horiz. und etwas Nbl. Am 30. wie geſtern. Am 31
tr. löſen ſich auf, Mittgs heiter; gegen Abend groſse Cirr. Str.
ts gleich und ſtark bed.; einzelne Schneefl. Um 1 Uhr 13′ 2
die Sonne in der Erdnähe.

Monats: Plötzlicher Wechſel der Temperaturen + 8 und
n der Mitte des Monats, läſst die Strenge des Froſtes um ſ
Die Kälte ſtarker öſtlicher Winde mindert in etwas faſt ſtet
mmels, die jedoch Schnee gering nur mit ſich bringt.

Fig. 2



Gilb. N. Ann. d. Phys. 3r B. 1 St.

Fr. Ed. Müller sc.

Fig. 10

Fig. 12

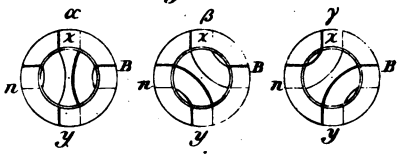


Fig. 11

Fig. 14

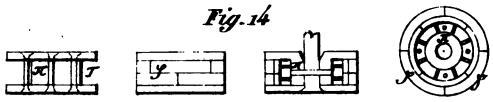


Fig. 15

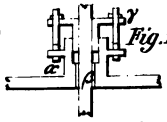


Fig. 22

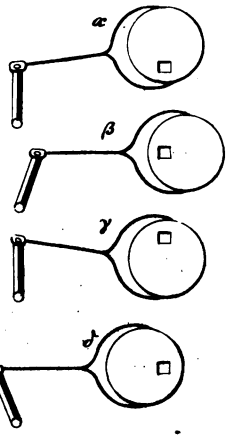
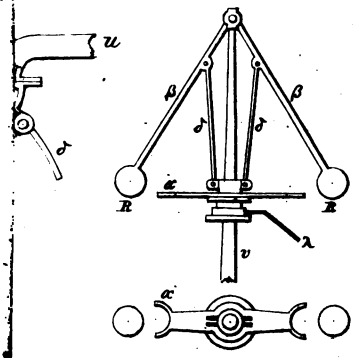


Fig. 20



Maasstab zu Fig. 3, 4, 16, 21, 22, 23, 25, 26

10 Fuss Rhl.

5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 19, 20, 24

5 Fuss Rhl.

9, 12, 13, 17, 18

Gilb. N. Ann. d. Phys. 37 B. 1 St.

Fr. Ed. Müller sc.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1821, ZWEITES STÜCK.

I.

Ueber die gegenſeitigen Wirkungen, welche auf einander ausüben zwei electriſche Ströme, ein electriſcher Strom und ein Magnet oder die Erdkugel, und zwei Magnete;

von

AMPERE, Mitgl. d. Akad. d. Wiſſ. in Paris.

Frei bearbeitet von Gilbert.

Erſte Hälfte,

(vorgelegt der Pariſ. Akad. den 2 Oct. 1820, mit einigen ſpäteren Einſchaltungen.)

Ich übergebe hier endlich dem Leſer die ſchon im Novemberhefte des vorigen Jahrgangs von mir angekündigte, und im Decemberhefte wiederholt verſprochene freie Darſtellung der groſsen und wichtigen Arbeit, in welcher Hr. Ampère nicht nur die neu entdeckten Wunder der Voltaiſchen Electricität und des Magnets auf eine Weiſe in das Reine gebracht hat, welche in der That Bewunderung verdient, ſondern auch über den bisher noch ſehr im Dunkeln liegenden Magnetismus der Erde ein Licht zu verbreiten anfängt, welches für mehrere Theile der Phyſik von erfreulichen

Folgen seyn wird. Nachdem in Paris Hrn Oersted's Entdeckung bekannt geworden war, ging anderthalb Monate lang (vom 18 Sept. bis 6 Nov. 1820) fast keine Sitzung der Pariser Akademie der Wissenschaften hin, in welcher nicht Hr. Ampère einen Vortrag über sehr interessante neue Versuche, die er auf diesem eben erst eröffneten und noch unberührten Felde gemacht hatte, und über die unerwarteten Folgerungen hielt, auf welche diese ihn führten. Was er in den Sitzungen am 18 und 25 Sept. vorgelesen hatte, schmelzer nochmals um, zu einer Abhandlung, von der er den ersten Theil der Akademie in ihrer Sitzung am 2 Oct. vorlegte. Hr. Arago hat diese Arbeit in daselbe Heft der physikalisch-chemischen Zeitschrift, welche er mit Hrn Gay-Lussac herausgiebt, eingerückt, in welchem sich die im vorigen Novemberhefte dieser Annal. enthaltene Nachricht von seinen schönen electrisch-magnetischen Versuchen findet. Bevor jedoch der zweite Theil erschien, war Hr. Ampère in seinen Forschungen wiederum sehr viel weiter gekommen. Schon in der Sitzung am 9 Oct. gab er zu dem, was im ersten Theile enthalten war, wichtige Nachträge und Erweiterungen; nicht minder in den Sitzungen am 30 Oct. und 6 Nov.; und alles das schaltete er seiner Abhandlung in dem zweiten, einen Monat später erscheinenden Theile ein. Dieser hat dadurch zwar an Reichthum und innerem Werthe, nicht aber an Ordnung und Deutlichkeit gewonnen; vielmehr dünkt mich, er sey etwas zerrissen und unförmlich. Ich glaube daher Hrn Ampères Beistimmung darin nicht zu verfehlen, dass ich hier von seiner Ordnung abgewichen bin, und die Materien so zusammengereiht habe, wie sie theils ihrem Inhalte nach zusammen gehören, theils eine die andere erläutern. Bei diesem Verschmelzen bin ich zwar frei, aber doch treu verfahren; und hier und da dürfte mein Ausdruck schärfer, als in der Urschrift seyn. Durch den seiner Allgemeinheit wegen etwas dunklen Vortrag im Anfange, lasse der Leser sich nicht abschrecken; er wird sich weiterhin belohnt finden.

Gilbert.

Abſchnitt 1. *Einleitung.*

1.

Die electromotoriſche Wirkſamkeit (*action électromotrique*) äuſsert ſich durch *zwei* Arten von Wirkungen, welche genau von einander zu unterſcheiden ſind, und die ich mit dem Namen *electriſche Spannung* die eine, und *electriſcher Strom* die andere, bezeichnen will.

Die erſte, die *electriſche Spannung*, nimmt man in zwei auf einander einwirkenden, durch einen Nicht-Leiter von einander getrennten Körpern in allen andern Punkten ihrer Oberfläche, als in denen wahr, wo die Stelle der Trennung iſt (*où la ſéparation eſt établie*). Die Wirkung der electromotoriſchen Thätigkeit beſteht in dieſem Falle darin, beide Körper oder Syſteme von Körpern in zwei Zuſtände von Spannung zu verſetzen, deren Unterſchied *entweder* ſich gleich bleibt, wenn nämlich dieſe Wirkſamkeit ſelbſt conſtant iſt, und zum Beiſpiel durch gegenſeitige Berührung zweier verſchiedenartiger Körper erzeugt wird; oder veränderlich iſt, wenn wie beim Reiben oder Drücken in der ſie hervorbringenden Urſach Veränderungen vorgehen können. Sie iſt die einzige Wirkſamkeit, welche in einem *Nicht-Leiter* Statt findet, und zwar nur wenn ſie ſich zwiſchen den verſchiedenen Theilen deſſelben entwickelt; von ihr giebt der *Turmalin* beim Verändern ſeiner Temperatur ein Beiſpiel.

Die zweite Wirkung, der *electriſche Strom*, iſt dagegen in zwei auf einander einwirkenden Körpern vorhanden, wenn ſie einen Theil eines leitenden [ge-

ſchloſſenen, galvaniſch-electriſchen] Kreiſes bilden, und mit einander noch durch andere Punkte ihrer Oberfläche in Verbindung ſind, als durch die, wo die electriſche Thätigkeit ſich erzeugt; eine Bedingung, die ſchon erfüllt iſt, wenn die beiden Körper oder Syſteme von Körpern, zwiſchen welchen die electromotor. Wirkſamkeit Statt findet, mit der Erde, die dann einen Theil des Kreiſes ausmacht, in leitender Verbindung ſtehen. In dieſem zweiten Falle findet in den beiden Körpern keine electriſche Spannung mehr Statt, ſie ziehen leichte Körper nicht mehr auf eine merkliche Weiſe an, und das gewöhnliche Electrometer vermag das, was in dem Körper vorgeht, nicht mehr nachzuweiſen. Dennoch dauert die electromotoriſche Wirkſamkeit in ihnen fort, wie ſich dadurch zeigt, daſs Waſſer, flüſſige Säuren oder Alkalien, oder eine Salzauflöſung, wenn ſie Theile des Kreiſes ausmachen, wie bekannt, zerſetzt werden, beſonders wenn die electromotoriſche Wirkſamkeit eine bleibende iſt; und überdem wird, wie eben erſt Hr. Oerſted entdeckt hat; von der electromotoriſchen Wirkſamkeit, welche ſich berührende Metalle erzeugen, eine Magnetnadel, die man irgend einem Theile des geſchloſſenen Kreiſes nahe bringt, aus ihrer Richtung abgelenkt. Alle dieſe Wirkungen hören aber ſogleich auf, wenn man den Kreis öffnet und die Schlieſsung unterbricht: die Waſſerzerſetzung iſt dann verſchwunden, die Magnetnadel tritt in ihre gewöhnliche Lage zurück und bleibt in ihr unverrückt, dagegen ſtellen ſich die Spannungen wieder ein, und leichte Körper werden wieder angezogen; ein offenbarer Beweis, daſs dieſe Spannungen nicht die *Urſache* der Zerſetzung des Waſſers und der von

Herrn Oerſted aufgefundenen Ablenkung der Magnetnadel ſind.

Dieſe zweite Wirkung iſt offenbar die einzige, welche Statt finden kann, wenn ſich die electromotoriſche Thätigkeit zwiſchen den verſchiedenen Theilen deſſelben *Leiters* entwickelt. Die Folgerungen, welche ich [über die Natur des Magneten] in dieſer Abhandlung aus den Oerſted'ſchen Verſuchen ziehe, werden uns die Wirklichkeit einer ſolchen Entwickelung in dem einzigen Falle kennen lehren, in welchem wir bis jetzt ſie zuzugeben Urſach haben.

2.

Wir wollen nun nachforſchen, worauf die *Verſchiedenheit* dieſer beiden weſentlich zu unterſcheidenden Klaſſen von Erſcheinungen beruht, von denen die *eine* in der Spannung und den längſt bekannten Anziehungen und Abſtoſungen, die *andere* in den Zerſetzungen des Waſſers und vieler anderer Körper, in der Veränderung der Richtung der Magnetnadel, und in einer von den gewöhnlichen electriſchen gänzlich verſchiedenen Art von Anziehungen und Abſtoſungen beſteht, die ich glaube zuerſt wahrgenommen zu haben, und die ich, zum Unterſchiede von jenen, *Voltaiſche Anziehungen* und *Abſtoſungen* (*attractions et répulſions voltaïques*) nennen möchte.

Sind zwei Körper oder Syſteme von Körpern, zwiſchen welchen ſich die electromotoriſche Wirkſamkeit entwickelt, nicht mit einander durch einen zuſammenhängenden Kreis von Leitern verbunden, ſind aber doch dieſe Körper ſelbſt, wie in der Voltaiſchen Säule, Leiter, ſo kann man ſich von dieſer Wirkſam-

keit keine andere Vorſtellung machen, als daſs ſie immerfort poſitive Electricität in den einen, und negative Electricität in den andern dieſer beiden Körper bringt. In dem erſten Augenblicke ſteht nichts der Wirkung, die ſie bezweckt, entgegen, und es häufen ſich daher die beiden Electricitäten jede in dem Theile des ganzen Syſtemes an, nach welchem ſie hinſtrebt; dieſe Wirkung aber hört auf, ſobald der Unterſchied der electriſchen Spannungen, der gegenſeitigen Anziehung beider Electricitäten, durch welche ſie ſich zu vereinigen ſtreben, hinreichende Stärke giebt, um der electromotoriſchen Wirkung das Gleichgewicht zu halten. Alsdann bleibt alles in dieſem Zuſtande, abgeſehen von dem Verluſt an Electricität, welcher durch den den Kreis unterbrechenden Nichtleiter z. B. die Luft hindurch, allmählig einzutreten pflegt, indem es keinen Körper zu geben ſcheint, der vollkommen iſolirt. In dem Maaſse als dieſer Verluſt eintritt, nimmt die Spannung ab; da dann aber zugleich die gegenſeitige Anziehung der beiden Electricitäten aufhört der electromotoriſchen Wirkſamkeit das Gleichgewicht zu halten, ſo muſs dieſe letztere, im Fall ſie beſtändig iſt, aufs neue poſitive Electricität der einen, negative der andern Seite zuführen, und die Spannungen dadurch in der vorigen Gröſse wieder herſtellen. Dieſes iſt derjenige Zuſtand eines Syſtems von Electromotoren und Leitern, welchen ich *electriſche Spannung* nenne. Es iſt bekannt, daſs er in den beiden Hälften eines ſolchen Syſtems fortbeſteht, ſowohl wenn man ſie von einander trennt, als auch wenn man ſie nach Aufhören der electromotoriſchen Wirkſamkeit noch in Berührung läſst, vorausgeſetzt daſs ſie durch Druck oder

Reiben in zwei Körpern, die nicht beide Leiter ſind, erzeugt ſey. In dieſen beiden Fällen nehmen die Spannungen wegen des eben erwähnten Verluſtes an Electricität allmählig ab.

Wenn dagegen die beiden Körper oder Syſteme von Körpern, zwiſchen welchen die electromotoriſche Wirkſamkeit vor ſich geht, überdem mit einander durch leitende Körper verbunden ſind, (vorausgeſetzt es finde ſich nicht etwa in dieſen eine der erſtern gleiche und entgegengeſetzte electromotoriſche Wirkſamkeit, welche das electriſche Gleichgewicht und die Spannungen erhalten würde), ſo verſchwinden dieſe Spannungen oder werden wenigſtens ſehr klein, und es treten die Erſcheinungen ein, welche den *zweiten Zuſtand* charakteriſiren. Da aber dadurch in der Anordnung der Körper, zwiſchen welchen ſich die electromotoriſche Wirkſamkeit entwickelt, nichts verändert wird, ſo muſs ohne Zweifel dieſe Wirkſamkeit auch dann noch fort beſtehen; und da ihr nun die gegenſeitige Anziehung der beiden Electricitäten, (welche durch den Unterſchied der electriſchen Spannungen, die völlig oder beinahe null ſind, gemeſſen wird,) nicht mehr das Gleichgewicht hält: ſo muſs, wie man allgemein annimmt, in dieſem Fall die electromotoriſche Wirkſamkeit ungehemmt fortfahren die beiden Electricitäten nach eben den entgegengeſetzten Richtungen, wie zuvor, fort zu treiben. Es entſteht folglich dadurch ein doppelter electriſcher Strom, der eine von poſitiver, der andere von negativer Electricität, welche Ströme beide von den Puncten, wo die electromotoriſche Wirkſamkeit rege iſt, ab, nach entgegengeſetzten Richtungen gehen, und ſich in dem Theile des geſchloſſenen Krei-

ſes vereinigen, der dieſen Puncten gegenüber liegt. Die Bewegung dieſer Ströme iſt beſchleunigend, bis das Beharrungs-Vermögen der electriſchen Flüſſigkeiten, und der Widerſtand, den ſie wegen Unvollkommenheit des Leitungs-Vermögens ſelbſt der beſten Leiter erleiden, mit der electromotoriſchen Kraft in Gleichgewicht kommen, worauf ſie mit gleichbleibender Geſchwindigkeit ſo lange fortſtrömen, als dieſe Kraft in derſelben Stärke fortdauert; immer aber hören ſie augenblicklich auf, wenn der Kreis unterbrochen wird.

Dieſes iſt der electriſche Zuſtand einer [in ſich zurücklaufenden] Reihe von Electromotoren und Leitern, den ich der Kürze halber mit dem Namen *electriſcher Strom* bezeichne *). Und da hier beſtändig von den beiden entgegengeſetzten Richtungen die Rede ſeyn wird, in welchen ſich die beiden Electricitäten bewegen, ſo ſetze ich ein für allemal feſt, daſs wenn ich von der *Richtung des electriſchen Stromes* rede, ich darunter jedesmal *die der poſitiven Electricität* verſtehe. Der electriſche Strom *in der Voltaiſchen Säule* geht folglich von dem Ende derſelben, das in der Waſſerzerſetzung den Waſſerſtoff giebt, zu dem den Sauerſtoff-gebenden Ende; dagegen geht *in dem*

*) Beſſer wäre es vielleicht geweſen, um allen Miſsverſtand zu vermeiden, ihn *Voltaiſchen Strom* zu nennen. Von electriſchem Strom darf man alſo hinfüro nicht mehr anders als in dieſem Sinne reden; immer bedeutet er den Strom in der geſchloſsnen Voltaiſchen Batterie, nicht die längs eines Leiters hinflieſsende Electricität einer Art, wie z. B. das Strömen der poſitiven Maſchinen-Electricität durch einen Leiter in den Erdboden. *Gilb.*

leitenden Kreiſe zwiſchen den beiden Enden der Säule der electriſche Strom von dem den Sauerſtoff gebenden, zu dem den Waſſerſtoff gebenden Ende der Säule. Um aber dieſe beiden Fälle in eins zuſammen faſſen zu können, braucht man nur die Erklärung folgendermaſsermaſsen zu faſſen: daſs man *Richtung des electriſchen Stromes* diejenige nenne, in welcher der Waſſerſtoff und die Salzbaſen ſich bei der Zerſetzung von Waſſer und von Salzen bewegen, dieſe Zerſetzung gehe in dem ſchlieſsenden Leiter vor, oder in den feuchten Scheiben zwiſchen den Plattenpaaren der Säule.

Die gelehrten Unterſuchungen der HH. Gay-Luſſac und Thenard über die Voltaiſche Säule, welche eine reiche Quelle wichtiger Entdeckungen in faſt allen Zweigen der Phyſik geworden ſind, haben uns belehrt, daſs die Zerſetzungen, z. B. des Waſſers, der Salze u. ſ. f., keineswegs von dem Unterſchiede der Spannungen an den beiden Enden der Säule abhängen, ſondern daſs ſie einzig und allein durch das hervorgebracht werden, was ich den *electriſchen Strom* nenne. Denn wenn man die beiden Enddrähte der Säule in reines Waſſer führt, ſo findet ſo gut als gar keine Zerſetzung Statt; ſobald man aber dieſem Waſſer, ohne übrigens etwas in dem Apparate zu ändern, eine Säure oder eine Salzauflöſung zuſetzt, tritt ſchnelle Zerſetzung ein, weil reines Waſſer ein ſchlechter Leiter iſt, und zum beſſeren Leiter wird, wenn man es mit Säure oder Salze verſetzt. Daſs die electriſche Spannung der in dem Waſſer eingetauchten Enden der Drähte hierdurch nicht vermehrt werden kann, iſt offenbar; ſie findet ſich vielmehr in dem Grade vermindert, als das Waſſer zu einem beſſeren Leiter

wird. Der electrische Strom ist es, der hierdurch verstärkt die Zersetzung vermehrt; ihm gehört also allein die Zersetzung des Wassers und der Salze an.

Es ist nicht schwer darzuthun, dass auch er allein in den Oersted'schen Versuchen auf die Magnetnadel wirkt. Man braucht nur eine Magnetnadel auf eine horizontale Säule [einen Trog-Apparat] zu setzen, deren Axe sich ungefähr in der Richtung des magnetischen Meridians befindet. So lange beide Enden nicht leitend verbunden sind, steht die Magnetnadel wie gewöhnlich; sobald man aber die beiden Enden der Säule durch einen Draht verbindet, verändert die Nadel plötzlich ihre Richtung, und bleibt in der neuen Lage so lange, als die Schliessung dauert und die Säule ihre Kraft behält, stehen. In dem Grade als diese Kraft abnimmt, nähert sich auch die Nadel allmälig ihrer gewöhnlichen Richtung; und sie kömmt augenblicklich zu derselben zurück, wenn man den electrischen Strom unterbricht, und die Verbindung aufhebt. Und doch ist es gerade diese Verbindung, welche die electrischen Spannungen völlig oder gröstentheils verschwinden macht. Also können nicht diese Spannungen auf die Richtung der Magnetnadel Einfluss haben, sondern es hat dieses allein der electrische Strom. Befindet sich in dem geschlossenen Kreise des Apparats Wasser, das kaum eine Zersetzung erleidet, so wird auch eine Magnetnadel, die man unter einem andern Theile des schliessenden Drahtes stellt, nur sehr schwach abgelenkt; giesst man dann aber unter das Wasser, ohne irgend etwas anderes in dem Apparate zu ändern, Salpetersäure, so wird nicht nur die Zersetzung des Was-

ſers beſchleunigt, ſondern zugleich auch die Ablenkung der Magnetnadel vergröſsert.

3.

Die gewöhnlichen Electrometer zeigen an, ob electriſche Spannung vorhanden, und wie ſtark ſie iſt. An einem Inſtrumente, welches die Gegenwart des electriſchen Stromes in einer Voltaiſchen Säule oder in einem Leiter zu erkennen giebt, die Stärke deſſelben miſst und die Richtung nachweiſt, in der er flieſst, fehlte es uns aber bisher noch völlig. Jetzt endlich befinden wir uns in dem Beſitz eines ſolchen Inſtrumentes. Denn um alles dieſes zu erlangen, iſt weiter nichts nöthig, als daſs man die horizontale Säule [den Trogapparat] oder irgend einen Theil des ſchlieſsenden Drahtes, in horizontaler Lage, ungefähr in die Richtung des magnetiſchen Meridians bringe, und dann eine Bouſſole oder ein ähnliches, nur durch den Gebrauch, zu welchem man es beſtimmt, von ihr verſchiedenes Inſtrument, auf die Säule ſetze, oder unter oder über dem horizontalen Theile des Schlieſsungsdrahtes anbringe. So lange der leitende Kreis irgendwo unterbrochen iſt, bleibt die Magnetnadel in ihrer gewöhnlichen Lage, entfernt ſich aber aus ihr augenblicklich, wenn man den electriſchen Strom durch Schlieſsung wieder herſtellt, und um ſo weiter, je kräftiger dieſer Strom iſt. Die *Richtung* des electriſchen Stromes läſst ſich aber jedesmal nach folgendem Geſetze erkennen: „Man verſetze ſich in Gedanken in den „electriſchen Strom, ſo daſs deſſen Richtung von „den Füſsen nach dem Kopfe gehe, und denke ſich, „man habe das *Geſicht* nach der Magnetnadel zu ge-

„kehrt, ſo wird ſtets das nach Norden gerichtete Ende „derſelben (welches ich immer *den Südpol der Magnetnadel* nennen werde *, weil er mit dem magnetiſchen Südpol der Erde gleichartig iſt) durch die Wir„kung des electriſchen Stromes nach der *linken Hand* „zu abgelenkt.“ Und noch kürzer will ich dieſes ſo ausdrücken: *der Südpol* [gewöhnliche Nordpol] *der Magnetnadel wird von einem electriſchen Strome, der auf die Nadel wirkt, nach der linken Hand zu abgelenkt.* Ich halte es für das ſchicklichſte dieſem Inſtrumente, um es von dem gewöhnlichen Electrometer zu unterſcheiden, den Namen *Galvanometer* zu geben. Es iſt rathſam, ſich deſſelben in allen Verſuchen über die electriſchen Ströme zu bedienen, (gerade ſo, wie man Electrometer an der Electrifir-Maſchine anzubringen pflegt), um in jedem Augenblicke ſehen zu können, ob der electriſche Strom, und in welcher Stärke er vorhanden iſt.

Der erſte Gebrauch, den ich von dieſem Inſtrumente gemacht habe, war, mittelſt deſſelben darauthun, daſs der in der Voltaiſchen Säule ſelbſt vorhandene, von dem negativen zum poſitiven Ende flieſsende electriſche Strom auf die Magnetnadel dieſelbe Einwirkung hat, als der electriſche Strom, welcher in dem ſchlieſsenden Leiter von dem poſitiven nach dem negativen Ende der Säule ſtrömt.

*) Zwar richtiger als im gewöhnlichen Sprachgebrauche, aber demſelben ganz entgegen; und es iſt ſchwerlich zu hoffen, daſs man ſich allgemein an dieſen neuen Sprachgebrauch gewöhnen werde, da der bisherige den Schiffern und den Feldmeſſern mehr zuſagt. *Gilb.*

Nimmt man zu dieſem Verſuch zwei Magnetnadeln, von denen die eine auf der Säule [dem Trogapparate], die andere über oder unter dem Schlieſsungsdrahte derſelben ſteht, ſo ſieht man im Augenblicke des Schlieſsens den Südpol [Nordpol] beider Magnetnadeln nach der linken Seite des electriſchen Stromes weichen, nahe über oder unter welchem ſie ſteht. Befindet die *zweite* ſich *über* dem Schlieſsungsdraht, ſo wird ſie daher nach der entgegengeſetzten Seite als die *erſte*, auf der Säule ſtehende, abgelenkt werden, weil die Ströme in dieſen beiden Hälften des geſchloſſenen Kreiſes ſich in entgegengeſetztem Sinne bewegen; ſchwebt ſie dagegen *unter* dem ſchlieſsenden Leiter, ſo weichen beide Nadeln nach derſelben Seite hin, bleiben einander beinahe parallel, und treten, ſobald man den leitenden Kreis unterbricht, ſogleich beide wieder in ihre anfängliche Lage zurück. — Damit aber dieſer Verſuch gar keinen Zweifel in Hinſicht der Wirkung des in der Säule vorhandenen electriſchen Stromes übrig laſſe, iſt es nöthig, daſs man ihn, wie ich es gethan habe, mit einer Säule mit Trögen anſtelle, deren Zink- und Kupfer-Platten in der ganzen Ausdehnung einer ihrer Oberflächen zuſammen gelöthet, und die nicht blos an einen Streifen von Metall angelöthet ſind; denn dieſen könnte man mit Recht für einen Theil des Leiters nehmen *).

*) *Avec une pile à auges.* Hier ſieht man alſo mit völliger Gewiſsheit, daſs Hr. Ampère den Namen *Säule* (*pile*) auf alle Arten von Apparaten zur verſtärkten galvaniſchen Electricität, (welche man in Deutſchland häufig galvaniſch-electriſche oder Voltaiſche *Batterien* genannt hat) ausdehnt, und daſs alſo unter ſeinen *horizontalen Säulen* immer Trog-Apparate,

Abſchnitt 2. Von der gegenſeitigen Wirkung zweier electriſchen Ströme auf einander.

4.

Dieſes iſt es, was man vor mir von den Verſchiedenheiten in den Wirkungen der Electricität in den beiden eben beſchriebenen Zuſtänden wußte, dem Zuſtande der *ruhenden* Electricität, (oder der nur ſehr langſam ſich bewegenden, denn es iſt unmöglich die Körper, in denen ſich electriſche Spannung äuſsert, völlig zu iſoliren), und dem Zuſtande zweier *electriſchen Ströme*, eines poſitiver und eines negativer Electricität, welche längs eines Kreiſes leitender Körper hinflieſsen. In der gewöhnlichen Theorie der Electricität denkt man ſich die beiden Flüſſigkeiten, aus der die Electricität gleichſam zuſammengeſetzt ſey,

welche wir von den Säulen unterſcheiden, zu verſtehen ſind. Sein Trog-Apparat iſt nach dem, was er hier angiebt, einer von der erſten Einrichtung, oder vielleicht ein Zellen-Apparat nach Art des groſsen der polytechniſchen Schule, mit dem die HH. Gay-Luſſac und Thenard ihre Verſuche angeſtellt haben; nicht von der neueren in England allgemein üblichen Einrichtung. Dieſe letzteren ſind aber, die Kupferplatten mögen in ihnen den Zinkplatten an Oberfläche gleich, oder von einer doppelt ſo groſsen Oberfläche ſeyn, zu dem Verſuche doch immer eben ſo brauchbar als die erſteren, da auch in den Metallſtreifen jedes Paars Zink und Kupfer, an den dieſe angelöthet ſind, der electromotoriſche Proceſs mit vorgeht und der electriſche Strom auf dieſelbe Weiſe und mit derſelben Kraft von der Kupfer- zur Zinkplatte, alſo in derſelben Richtung wie in der Säule überhaupt getrieben wird, als wenn Kupfer und Zink unmittelbar einander berührten, worüber man meine Abhandlung im Decemberſtück 1820 S. 349 vergleiche. *Gilb.*

würden fortdauernd in dem einen Theile eines geſchloſſenen Kreiſes von einander getrennt, und aus ihm in entgegengeſetzter Richtung ſchnell in den andern Theil des Kreiſes getrieben, in welchem ſie immerfort ſich wieder vereinigen. Obgleich ſich der electriſche Strom, in dem Sinne dieſer Erklärung genommen, mit einer gewöhnlichen Electrifir-Maſchine erhalten läſst, wenn man einen Leiter mit dem Reibzeuge und mit dem Hauptleiter gehörig verbindet, ſo kann man ihn in einer gewiſſen Stärke jedoch nur mit Hülfe der Voltaiſchen Säule hervorbringen, man müſste denn über ſehr groſse Electrifirmaſchinen gebieten können. Denn es bleibt die Menge von Electricität, welche durch Reibung in einer gegebenen Zeit in einer gewöhnlichen Electrifir-Maſchine erzeugt wird, dieſelbe, welches auch das Leitungs-Vermögen des übrigen Theils des Kreiſes ſey; die Menge von Electricität, welche eine Voltaiſche Säule in einer gegebenen Zeit in Bewegung ſetzt, wächſt dagegen immer fort in eben dem Grade, je beſſer der Leiter iſt, durch den man die beiden Enden derſelben mit einander verbindet.

Die hier in der Kürze angegebenen Verſchiedenheiten ſind indeſs nicht die einzigen, welche dieſe beiden Zuſtände der Electricität von einander unterſcheiden. Ich habe noch merkwürdigere Verſchiedenheiten zwiſchen ihnen entdeckt, bei Verſuchen mit zwei Voltaiſchen Säulen, in deren Schlieſsungs-Drähten ich ein geradliniges Stück in jedem angebracht hatte. Das in dem einen war unbeweglich, das in dem andern aber ruhte auf Spitzen und war durch ein Gegengewicht leicht beweglich gemacht. Die beiden Vol-

ta'ſchen Säulen wurden ſo geſtellt, daſs dieſe beiden geradlinigen Theile der Schlieſsungs-Drähte ſich parallel neben einander befanden, und daſs der bewegliche ſich dem unbeweglichen nähern oder von ihm entfernen konnte, ohne aufzuhören demſelben parallel zu ſeyn. Lieſs ich nun zugleich den electriſchen Strom der einen Säule durch den erſtern, und den electriſchen Strom der andern Säule durch den zweiten dieſer Drähte gehen, ſo *zogen* die beiden geradlinigen Theile *ſich an*, wenn beide Ströme *einerlei* Richtung hatten, *flieſsen* dagegen *ſich ab*, wenn beide Ströme in *entgegengeſetzter* Richtung ſich bewegten.

Dieſes Anziehen und Zurückſtoſsen, welches zwiſchen electriſchen Strömen Statt findet, iſt aber weſentlich von dem verſchieden, welches die Electricität im Zuſtande der Ruhe erzeugt. *Erſtens* hört es augenblicklich auf, gleich den chemiſchen Wirkungen, ſobald man den leitenden Kreis unterbricht. *Zweitens* zeigt es ſich dem gewöhnlichen electriſchen Anziehen und Abſtoſsen darin gerade entgegengeſetzt, daſs bei dem gewöhnlichen die Electricitäten entgegengeſetzter Art ſich anziehen, und die gleicher Art ſich abſtoſsen, indeſs bei dem Anziehen und Abſtoſsen der electriſchen Ströme gerade das entgegengeſetzte Verhalten Statt findet *). Sind nämlich der beiden parallelen Stücke der Schlieſsungs-Drähte *gleichnamige* Enden nach einerlei Seite zugekehrt, und einander

*) In ſo fern, wenn ſie nach einerlei Richtung flieſsen, + E und + E, wenn ſie aber im entgegengeſetzten Sinne flieſsen, + E und — E in beiden Leitern von einerlei Seite her eintreten, *Gilb.*

sehr nahe, so erfolgt *Anziehung*; sind dagegen ihre *ungleichnamigen* Enden einander zunächst, so erfolgt *Abstossung*. *Drittens*, es bleiben in dem Fall wenn Anziehung Statt findet und stark genug ist, um den beweglichen Leiter mit dem unbeweglichen in Berührung zu bringen, beide an einander wie zwei Magnete hängen, indefs ein positiv und ein negativ electrisirter Leiter, die sich anziehen, sich nach der Berührung sogleich wieder trennen. *Viertens* endlich, geht das Anziehen und das Abstofsen zwischen zwei electrischen Strömen in dem luftleeren Raume gerade so vor, als in der Luft, welches wiederum dem entgegen ist, wie sich zwei auf die gewöhnliche Weise entgegengesetzt electrisirte Leiter verhalten.

Wie sich diese neuen Erscheinungen möchten erklären lassen, davon kann hier noch nicht die Rede seyn.

Die Anziehungen und Abstofsungen, welche sich zwischen zwei einander parallele electrische Ströme äufsern, je nachdem sie sich nach einerlei oder nach entgegengesetzter Richtung bewegen, sind Thatsachen, welche sich durch einen leicht zu wiederholenden *Versuch* bewähren lassen. Das dazu bestimmte Instrument mufs aber unter einem Glaskasten stehen, damit man sicher sey, dafs der bewegliche Leiter gegen allen Luftzug geschützt sey, und nicht etwa von der Luft in Bewegung gesetzt werde. Die bequemste Einrichtung ist folgende. Man befestige den einen leitenden Draht auf zwei niedrigen Stützen in horizontaler Lage unbeweglich, und führe ihn durch das Fufsbrett durch, so dafs er sich mit den beiden Enden der einen

Batterie leicht in Verbindung ſetzen laſſe. Dem beweglichen horizontalen Draht gebe man zwei aufwärts gehende Arme, löthe an jeden eine feine Stahlſpitze, verbinde beide durch einen Glasſtab, und laſſe die Spitzen auf zwei ſenkrechten Metallſtäben ruhen, zwiſchen welchen dann alſo der bewegliche Draht herabhängt. Und zwar muſs alles ſo eingerichtet ſeyn, daſs er mit dem unbeweglichen Drahte in einerlei horizontaler Ebne demſelben parallel hängt, und wenn er in Bewegung kömmt, ihm parallel bleibt. Durch ein in der Mitte des Glasſtabs angebrachtes Gegengewicht muſs man der Beweglichkeit des herabhängenden Drahtes noch zu Hülfe kommen. Werden die beiden metalliſchen Stützen deſſelben mit den entgegengeſetzten Enden einer zweiten Voltaiſchen Säule in leitende Verbindung geſetzt; ſo geht der electriſche Strom dieſer zweiten Säule durch ihn hindurch.

Daſs die electriſchen Ströme, welche man durch die beiden Drähte leitet, von zwei verſchiedenen Säulen kommen müſſen, iſt jedoch eine Meinung, von der ich ſehr bald zurückkam. Es reicht völlig hin, wenn beide leitende Drähte Theile eines und deſſelben Schlieſsungs-Kreiſes ausmachen; denn in einem ſolchen Kreiſe iſt überall der electriſche Strom in einerlei Stärke vorhanden. Und auch dieſes iſt wieder ein offenbarer Beweis, daſs die electriſchen Spannungen der beiden Enden der Säule auf die Erſcheinungen, mit denen wir uns hier beſchäftigen, von gar keinem Einfluſſe ſind; denn zuverläſſig iſt in dem übrigen Kreiſe keine Spannung vorhanden *).

*) Daſſelbe wird auch dadurch beſtätigt, daſs es möglich iſt, die Magnetnadel in ſehr groſser Entfernung von der Säule in Be-

Bezeichnen wir die nach derſelben Seite zu liegenden Enden des feſten Drahtes (AB) und des beweglichen leitenden Drahtes ($A'B'$) mit A, A' die einen, mit B, B' die andern, ſo muſs, wenn man A mit dem einen Ende der Säule, ferner B mit A', und B'

wegung zu ſetzen, mittelſt eines ſehr langen Leiters, der in der Mitte ſo gebogen iſt, daſs er über oder unter der Nadel in der Richtung des magnetiſchen Meridians weggeht. Der ausgezeichnete Gelehrte, dem die phyſikaliſch-mathematiſchen Wiſſenſchaften, vorzüglich die groſsen Fortſchritte, die ſie zu unſerer Zeit gemacht haben, verdanken (Hr. Markis Laplace), gab mir dieſen Verſuch an, und er iſt vollkommen geglückt. — Es lieſse ſich dieſem Erfolge entſprechend folgendermaſsen ein *electriſcher Telegraph* einrichten, mit dem man alles was man wollte durch andere Körper hindurch, und ungeachtet aller Hinderniſſe, in der Ferne ſchreiben könnte. Man müſste ſo viel Drähte als das Alphabet Buchſtaben hat, neben einander nach jenen Ort führen, dort über jedem eine mit einem der Buchſtaben bezeichnete Magnetnadel anbringen, und die beiden Enden jedes Drahtes, deſſen Buchſtabe angedeutet werden ſoll, mit den beiden Enden einer an dem erſten Orte ſtehenden Voltaſchen Säule in Verbindung ſetzen können, wozu ſich bequem eine über der Säule angebrachte Klaviatur würde brauchen laſſen, deren Klaves mit den Buchſtaben der zu ihnen gehörenden Magnetnadeln bezeichnet wären. Um damit zu correſpondiren brauchte man nicht mehr Zeit, als zum Leſen der einzeln angegebenen Buchſtaben nöthig wäre. [Erſt ſpäterhin habe ich durch Hrn Arago erfahren, daſs ein ſolcher Telegraph ſchon von Hrn Geh. R. von Sömmering angegeben worden iſt, nur mit dem Unterſchiede, daſs er ſich ſtatt Magnetnadeln, auf die man damals die Wirkung des electriſchen Stromes noch nicht kannte, dazu der Waſſerzerſetzung in ſo viel abgeſonderten Gefäſsen, als es Buchſtaben giebt, bedienen wollte.] *Ampère.*

mit dem andern Ende der Säule leitend verbindet, der electrische Strom nothwendig in *einerlei* Richtung durch die beiden wagerecht neben einander befindlichen Theile der leitenden Drähte AB und $A'B'$ gehen; und in diesem Fall *ziehen* sie einander *an*. Verbindet man dagegen B mit B' und A' mit dem zweiten Ende der Säule, so geht durch beide Drähte der electrische Strom nach *entgegengesetzter* Richtung; und in diesem Falle *stossen* sie einander *ab*. Da übrigens die Abstossungen und Anziehungen der electrischen Ströme sich in allen Punkten des geschlossenen Kreises äussern, so ist es leicht zu übersehen, dass ein einziger fester leitender Draht hinreicht, so viel bewegliche Drähte anzuziehen und abzustossen, und so viel verschiedene Magnetnadeln aus ihrer Richtung abzulenken, als man nur immer will. Ich werde daher zwei bewegliche leitende Drähte neben dem festen in einem Glaskasten anbringen lassen, um nach Verschiedenheit, wie sie mit einander und einer Säule zu einem Schliessungs-Kreise verbunden werden, Anziehung zu dem festen Drahte in beiden, oder Abstossung von demselben in beiden, oder in dem einen Anziehen, in dem andern Abstossen zu gleicher Zeit bewirken zu können.

[Es zeigt Fig. 1 auf Taf. III das zu diesen Versuchen bestimmte Instrument, wie es Hr. Ampère wirklich hat ausführen lassen *). Es steht auf dem Fussbrett mn, unter einem Glaskasten, der die Bewegungen der Luft abhält und in einen hölzernen horizon-

*) Es scheint erst nach der Vorlesung am 2 October fertig geworden zu seyn; Herr Ampère zeigte es der Pariser Akademie *in einer* Sitzung am 9 October vor, und stellte damit in ihrer

talen Rahmen eingelaſſen iſt, auſserhalb welchem die vier aus Buchsbaumholz gedrehten Becher *R, S, T, U* ſtehen, die beſtimmt ſind, etwas Queckſilber, und darin die Enden der meſſingnen Verbindungsdrähte aufzunehmen, welche durch den Rahmen in den Glaskaſten gehen, und an die vier metallnen Träger *M, N, P, Q* angelöthet ſind. Die beiden erſten tragen den feſtſtehenden leitenden Draht *A B*, und laſſen ſich, wenn man die ſie feſt haltenden Schrauben unter dem Fuſsbrett lüftet, in den Spalten *I, I* verſchieben, damit dieſer Draht dem beweglichen näher zu bringen oder von ihm weiter zu entfernen ſey. Die beiden andern Träger *P, Q* haben jeder oben ein ſtählernes Schälchen *X, Y*, das groſs genug iſt, etwas Queckſilber in ſich aufzunehmen, in welchem die beiden an den meſſingnen Faſſungen *E, F* der Glasröhre *O Z* befeſtigten Stahlſpitzen ſtehen, mit denen der bewegliche Draht auf dieſen Trägern ruht. In der Mitte dieſer Glasröhre befindet ſich eine dritte meſſingne Faſſung, an welcher ein kleines Meſſingrohr *V* angelöthet iſt, in das der Stiel des Gegengewichts *H* eingerieben iſt, der etwas gekrümmt ſeyn muſs, damit man durch Drehen deſſelben in dem Röhrchen den Schwerpunkt des ganzen beweglichen Theils etwas verändern könne. Auch dieſe beiden Träger ſtehen in einer Spalte *K L*, in der ſie durch Schrauben unter dem Fuſsgeſtell feſt gehalten werden, damit man ſie einan-

Gegenwart Verſuche an; die Beſchreibung ſteht erſt als ein Nachtrag am Ende ſeiner groſsen Abhandlung, ich verſetze ſie aber hierher, wohin ſie gehört, und ſo auch die auf ſie folgende Beſchreibung des zweiten Inſtruments. Gilb.

der näher bringen oder von einander entfernen könne. An den beiden Faſſungen *E*, *F* ſind die Enden des beweglichen, mit zwei rechtwinklichen Knieen verſehenen Drahtes *ECDF* angelöthet, deſſen wagrechter Theil eigentlich das ausmacht, was Hr. Ampère den *beweglichen Leiter* nennt.]

[Will man von dieſem Apparate Gebrauch machen, ſo muſs man zuerſt die beiden beweglichen Träger *P*, *Q* in einer ſolchen Entfernung von einander feſtſchrauben, daſs die Spitzen der Faſſungen *E*, *F* genau in den Mittelpunkten der kleinen Schälchen *X*, *Y* ſtehen; und eben ſo die Träger des feſten Drahtes in der Entfernung, welche man für die ſchicklichſte hält, anſchrauben. Alsdann hängt man den beweglichen Draht auf ſeinen Stahlſpitzen ein, und dreht den Stiel des Gegengewichtes *H* ſo lange, bis man die Lage hat, zu welcher der bewegliche Leiter von ſelbſt wieder zurückkömmt, wenn man ihn in kleine Schwingungen ſetzt. Will man nun zeigen, daſs zwei electriſche Ströme, die in *einerlei* Richtung flieſsen, einander *anziehen*, ſo ſetzt man das Queckſilber in den beiden Bechern *R* und *V*, oder in den beiden Bechern *S* und *T*, welche zu entgegengeſetzten Enden des feſten und des beweglichen Drahtes *AB*, *CD* gehören, (mittelſt eines unter dem Fuſsbrett des Inſtrumentes weggehenden Meſſingdrahtes mit aufwärts und wieder herabwärts gebogenen Enden) in leitende Verbindung, und verbindet dann das Queckſilber der beiden andern Becher, durch zwei andre Meſſingdrähte, mit den Enden einer Voltaiſchen Säule. Will man dagegen das *Abſtoſsen* zweier *entgegengeſetzt* flieſsenden electriſchen Ströme zeigen, ſo muſs man die beiden Becher *R*

und *S*, oder *T* und *U*, die an derſelben Seite der beiden Drähte ſtehen, mit einander, die beiden andern an der entgegengeſetzten Seite neben einander ſtehenden Becher aber mit den Enden der Voltaiſchen Säule in Verbindung ſetzen. Will man endlich den electriſchen Strom nur durch *einen* der Drähte gehen laſſen, ſo verbinde man allein die beiden Becher, die an den Enden deſſelben ſtehen, mit den Enddrähten der Säule *).]

[Späterhin hat Hr. Ampère dieſen Apparat noch in einer etwas veränderten Geſtalt ausführen laſſen, nämlich ſo, wie man ihn in Fig. 2 abgebildet ſieht. Jeder der beiden Schlieſsungs-Drähte *A*, *B* iſt hier ſchneckenförmig vielmals in einer Ebne umher geführt, welches dieſem Theil die Geſtalt einer Scheibe giebt. Der feſte Schlieſsungs-Draht *A* ruht auf zwei in dem Falz des Bodenbretts verſchiebbaren Füſsen, und iſt durch die beiden mit mehreren Knieen verſehenen Drähte, welche man in der Figur ſieht, mit dem Queckſilber in den Bechern *T* und *U* durch den Fuſsleiſten des Glaskaſtens hindurch verbunden. Der bewegliche Schlieſsungsdraht *B* hängt dagegen an der lothrechten Glasröhre *C D*, die bis zum Mittelpunkte der Spirale herabgeht, und längs der dieſer Draht äuſserlich ſchrau-

*) Da ſich in mehreren andern Apparaten des Herrn Ampère vier eben ſo angeordnete Buchsbaum-Becher mit etwas Queckſilber befinden, mit denen der bewegliche und der feſte Leiter durch angelöthete Drähte verbunden ſind, ſo iſt es genug ihren Zweck und ihren Gebrauch, der in allen derſelbe iſt, hier ein für allemal beſchrieben zu haben. Bei den übrigen Inſtrumenten werden ſie daher nur in den Figuren angezeigt, in den Beſchreibungen aber nicht weiter erwähnt werden.

benförmig, im Innern geradlinig herauf geführt ist, wovon der Grund im zweiten Theile des Aufsatzes erhellen wird. Das geradlinige Ende ist angelöthet an der messingnen Fassung *E*, womit sich die Glasröhre zu oberst endigt, und welche die Hülse *V* für das Gegengewicht *H* trägt, das in dieser Hülse eingerieben ist; diese Fassung ist zugleich mit einer Stahlspitze *L* versehen, welche in dem stählernen Schälchen *Y* in einem Queckſilbertropfen aufsteht. Das schraubenförmig aufsteigende Drahtende ist an der Messing-Fassung *D* der Glasröhre gelöthet, an welcher sich eine zweite Stahlspitze befindet, die in dem stählernen Schälchen *X* ebenfalls in einem Queckſilbertropfen steht. Um diese Spitzen kann die Glasröhre sammt der Drahtschraube pendelartig vor und zurück schwingen. Wie die beiden stählernen Schälchen, in welchen die Spitzen stehen, mit den beiden Fassungen der rechtwinklig gebogenen Glasröhre, die als Fuss dient, und diese durch zwei Drähte mit dem Queckſilber der beiden andern Buchsbaum-Becher *R* und *S* leitend verbunden sind, ersieht man deutlich aus der Figur.]

Abschnitt 5. Ueber die gegenseitige Wirkung eines electrischen Stroms und eines Magneten *).

5.

Dass electrische Ströme auf einen Magneten einwirken, ist zuerst wahrgenommen worden von Herrn Oersted. Mir hat diese Entdeckung Veranlassung ge-

*) Hr. Ampère stellt zwar diesen Abschnitt zuletzt, er gehört aber in der That hierher, indem das, was er noch ferner in seiner Abhandlung voranschickt, nur durch ihn verständlich *wird, er* auch der Zeit nach vorangeht, und Hr. Ampère auf

geben, die gegenseitigen Einwirkungen aufzufinden, welche zwei electrische Ströme auf einander, und der Erdkörper auf einen electrischen Strom ausüben, und die Art zu entdecken, wie die Electricität alle Erscheinungen des Magneten dadurch hervorbringt, dafs in ihm eine ähnliche Verbreitung (*distribution*) derselben, wie in einem electrischen Strome, Statt findet, und zwar nach krummen Linien, deren Ebenen senkrecht auf der Axe des Magneten stehen, und die in sich zurücklaufen. Die mehresten dieser Ansichten habe ich zwar erst später durch Versuche bewährt, sie finden sich aber schon in der Abhandlung angegeben, welche in der Sitzung der königl. Akademie der Wissenschaften am 18 September 1820 von mir vorgelesen wurde, und ich will daher, was ich in dieser Sitzung vorlas, unverändert hierher setzen, nur mit Uebergehen dessen, was man in gegenwärtiger Abhandlung schon gefunden hat, und der Beschreibung der Apparate, die ich damals erst wollte ausführen lassen. Auf diese Art wird sich der Gang übersehen lassen, den ich in meinen Untersuchungen über diesen Gegenstand genommen habe.

Die Versuche, welche ich über die gegenseitigen Wirkungen angestellt habe, die zwei Leiter, welche Voltaische Säulen schliefsen, auf einander ausüben, haben mich belehrt, dafs alle Thatsachen, die sich auf die gegenseitige Wirkung zwischen electrischen Strömen

ihm in dem sich beruft, was er beim Abdruck voran stellte. Daher nehme ich mir die Freiheit die alte Ordnung wieder herzustellen, was Hr. Ampère selbst, wie ich nicht zweifle, billigen wird. *Gilb.*

und Magneten beziehen, ſich auf *zwei allgemeine Reſultate* zurück führen laſſen, welche man fürs erſte als lediglich durch Beobachtung gegeben anzuſehen hat, bis man ſie wird auf ein einziges Princip zurückführen können, wie ich das weiterhin andeuten werde. Ich will hier den Anfang damit machen, daſs ich dieſe Reſultate auf die einfachſte und allgemeinſte Weiſe ausſpreche. Das *erſte* betrifft die *richtende* Einwirkung eines dieſer Körper auf den andern *); das *zweite* die *anziehende* und *abſtoſsende* Einwirkung, welche ſie nach Verſchiedenheit der Umſtände auf einander ausüben.

Richtende Einwirkung. Wenn von dieſen beiden Körpern [einem Magneten, und einem geradlinigen Leiter eines electriſchen Stromes] der eine feſt, der andere beweglich, jedoch blos in einer auf der kleinſten Entfernung des Leiters von der Axe des Magneten ſenkrechten Ebene drehbar iſt, ſo ſtrebt der bewegliche ſich ſo zu drehen, daſs der Leiter und die Axe des Magneten mit einander *rechte Winkel* machen, und daſs der ſonſt nach Norden weiſende Pol des Magnets, zur *Linken* von dem iſt, was man gewöhnlich den *galvaniſchen Strom* nennt und ich hier den *electriſchen Strom* genannt habe, der entgegengeſetzte Pol aber ſich zur *Rechten* von dieſem Strome befindet; wobei vorausgeſetzt wird, daſs die Linie, welche die kürzeſte Entfernung des Leiters von der Axe des Magneten miſst, dieſe Axe *zwiſchen* den beiden Polen

*) *l'action directrice d'un de ces corps ſur l'autre*; ſie iſt das, was ich in dieſen Annalen bisher mit dem Ausdruck *ablenkende Kraft* bezeichnet habe. *Gilb.*

durchſchneide. — Um dieſe Ausſage ſo allgemein als möglich faſſen zu können, muſs man aber zwei Arten von Leitern von einander unterſcheiden: *erſtens* die Säule ſelbſt, in welcher das, was ich den electriſchen Strom nenne, ſich von der Seite ab, wo bei der Waſſerzerſetzung der Waſſerſtoff erſcheint, nach derjenigen hin bewegt, an welcher der Sauerſtoff zum Vorſchein kömmt; und *zweitens* den die beiden Enden der Säule mit einander verbindenden Leiter, in welchem derſelbe Strom von der Seite, die den Sauerſtoff giebt, ab, nach der zuwärts flieſst, welche den Waſſerſtoff entbindet. Beide Fälle laſſen ſich leicht zuſammen faſſen, wenn man feſtſetzt, daſs man unter Richtung des electriſchen Stroms diejenige verſtehe, nach welcher, wenn der Schlieſsungskreis durch Waſſer oder Salzauflöſungen unterbrochen iſt, der Waſſerſtoff und die Salzbaſen durch die ſie zerſetzende Wirkung der Säule fortgeführt werden. Uebrigens ſetzt alles, was ich über dieſen Gegenſtand zu ſagen habe, keineswegs voraus, daſs wirklich ein Strom in dieſer Richtung vorhanden ſey, und man kann, wenn man will, den Ausdruck electriſcher Strom, blos für eine bequeme und gewöhnliche Bezeichnungsart dieſer Richtung nehmen.

In den Verſuchen des Hrn Oerſted iſt dieſe richtende Wirkung ſtets mit der verbunden, welche der Erdkörper auf die Magnetnadel ausübt, manchmal auch mit der ſogleich näher zu beſchreibenden zweiten Wirkung, welche ich die anziehende und abſtoſsende nenne. Da dieſes zu verwickelten Reſultaten führt, bei denen es ſchwer iſt die Umſtände zu analyſiren und die Geſetze zu erkennen, ſo habe ich, um

die richtende Wirkung eines electrischen Stromes auf einen Magneten von diesen fremdartigen Ursachen ungestört beobachten zu können, folgendes Instrument machen lassen, das ich eine *astatische Magnetnadel* [d. h. eine durch fremde Einflüsse nicht gehemmte] nenne.

Dieses auf Taf. IV Fig. 3 abgebildete Instrument besteht aus einer Magnetnadel *A B*, welche in ihrer Mitte mit einer auf ihr senkrechten Axe *C D* versehen ist, die sich vermöge einer Einrichtung, wie sie an den Fussgestellen der Fernröhre angebracht wird, mittelst zweier Stellschrauben *E* und *F*, in jede beliebige Lage bringen lässt. Die Magnetnadel kann sich blos in einer auf dieser Axe senkrechten Ebene bewegen, und der Künstler muss sie so gearbeitet haben, dass ihr Schwerpunkt genau in der Axe liegt, und dass sie vor dem Magnetisiren völlig äquilibrirt ist, und in jeder beliebigen Lage ruht. Magnetisirt man sie dann, so hat man an ihr ein Instrument, womit sich *erstens* nachweisen lässt, dass, so lange die Ebene, in der sich die Nadel bewegen kann, nicht senkrecht auf der Richtung der Neigungs-Nadel ist, der Erd-Magnetismus strebt die Nadel in diejenige Linie dieser Ebne zu bringen, welche von allen der Richtung der Neigungs-Nadel am nächsten kömmt, und das ist eben die Projection dieser Richtung auf jene Ebene. Giebt man dann also *zweitens* der Axe der Magnetnadel dieses Instruments eine solche Stellung, dass sie der Neigungs-Nadel parallel ist, folglich die Ebene, in der sich die Nadel bewegen kann, senkrecht auf der Richtung der Neigungs-Nadel ist, so hat der Erd-Magnetismus keinen Einfluss weiter auf die Lage der

Nadel, welche also durch diese Vorrichtung vollkommen astatisch wird.

Das Instrument hat überdem in der Ebne, in welcher die Nadel sich bewegt, einen in Grade eingetheilten Kreis *LMN*, in dessen Mittelpunkt sich die Axe der Magnetnadel befindet. Die beiden kleinen Glasstäbe *GH* und *IK*, welche an demselben in den entgegengesetzten Enden eines Durchmessers befestigt sind, dienen den Schliessungsdraht der Voltaischen Säule zu halten, der seine richtende Einwirkung nun allein, ungestört von der Schwere und dem Erd-Magnetismus, auf die Magnetnadel äussert.

Der mit diesem Apparate anzustellende Hauptversuch ist, nachzuweisen, dass der Winkel, um welchen die Magnetnadel von einem electrischen Strome, der durch diesen Draht fliesst, aus ihrer Richtung abgelenkt wird, stets *ein rechter* ist, wenn die *richtende* Einwirkung allein auf die Magnetnadel Einfluss äussert.

Anziehende und abstossende Einwirkung. Ein Leiter, welcher die beiden Enden einer Voltaischen Säule verbindet, und ein Magnet, dessen Axe einen rechten Winkel mit der Richtung des electrischen Stromes macht, der diesen Leiter durchfliesst, *ziehen* einander *an*, wenn der Südpol des Magnets zur Linken des auf ihn einwirkenden electrischen Stroms ist, beide also sich in derjenigen Lage befinden, welche sie vermöge ihrer gegenseitigen Einwirkung auf einander anzunehmen streben. Dagegen *stossen* sie einander *ab*, wenn der Südpol des Magnets sich *rechts* von dem Strome befindet, beide also in der entgegengesetzten Lage als die sind, in welche sie einer den andern zu versetzen streben. Man sieht aus der Aussage dieser

beiden Reſultate, daſs die Wirkung zwiſchen dem Leiter und dem Magneten ſtets gegenſeitig iſt. Dieſe Gegenſeitigkeit der Wirkungen war das erſte, was ich durch Verſuche nachzuweiſen mich bemühte, obſchon ſie an ſich offenbar iſt. Die Verſuche gelangen vollkommen, es würde aber etwas Ueberflüſſiges ſeyn, ſie hier zu beſchreiben.

Die beiden Arten von Wirkung zwiſchen einem Magnet und einem ſchlieſsenden Draht, die ich hier als bloſse Ergebniſſe der Erfahrung hingeſtellt habe, reichen völlig aus, alle von Hrn Oerſted beobachtete Thatſachen zu erklären, und voraus zu beſtimmen was in ähnlichen Fällen, über die man noch keine Erfahrung angeſtellt hat, erfolgen muſs. Sie beſtimmen z. B. voraus, alles was eintreten muſs, wenn ein electriſcher Strom auf die Neigungs-Nadel einwirkt. Ich laſſe mich hierüber in das Einzelne nicht ein, weil alles, was ich ſagen könnte, unmittelbar aus unſern beiden Ausſagen hervorgeht. Nur muſs ich bemerken, daſs als ich nur noch das erſte allgemeine Reſultat aus dem, was Hr. Oerſted in ſeiner Note mittheilt, abgeleitet hatte, ich daraus ſogleich die Erklärung der *magnetiſchen Erſcheinungen*, als begründet durch das Vorhandenſeyn electriſcher Ströme in dem Erdkörper und in den Magneten, abzuleiten verſucht habe, und daſs eben dieſe Erklärung mich zu dem zweiten allgemeinen Reſultate, und zu einem Verſuche, der es bewähren ſollte, geführt hat, welcher mir vollkommen gelungen iſt. Hr. Arago bemerkte, als ich ihm dieſes mittheilte, mit Recht, es laſſe ſich allein aus dieſer Anziehung zwiſchen einem Magneten und dem Leiter eines electriſchen Stroms, die auf einander

rechtwinklig in der Richtung stehen, in die sie sich gegenseitig zu versetzen streben, und aus dieser Zurückstoßung zwischen beiden in den entgegengesetzten Lagen, diejenigen Erscheinungen erklären, welche Herr Oersted in dem Fall wahrgenommen hat, wenn eine horizontal-schwebende Magnetnadel einem lothrechten galvanischen Leiter genähert wird *). Dieses Gesetz lasse sich selbst leicht aus dem Oersted'schen Versuche ableiten, welcher lautet: „wenn der lothrechte „Draht, dessen oberes Ende die Electricität von dem „negativen Ende des galvanischen Apparates erhält, „sich nahe bei einem Punkte in der Nadel befindet, „der zwischen ihrem Pole und Mittelpunkte liegt, „wird dieser Pol nach Westen getrieben." **). Denn diese westliche Bewegung der Magnetnadel, gleich viel ob sich der Draht westlich oder östlich von ihr befindet, sey im ersten Fall eine Anziehung, im zweiten eine Abstoßung, welche aus dem Grunde erfolgen, weil im erstern der Südpol links, im zweiten rechts von dem electrischen Strome ist.

Ich gestehe die Richtigkeit dieser Bemerkung ein; es scheint mir aber darum selbst für diesen Fall nicht weniger wichtig zu seyn, daß man die beiden allgemeinen Resultate der gegenseitigen Wirkung eines Magneten und eines einen electrischen Strom leitenden Drahtes auf einander so unterscheide, wie ich es hier gethan habe. Denn man sieht dann ein, daß in diesem Fall Anziehung und Abstoßung nach dem Gesetze des zweiten hier entwickelten allgemeinen Resultates

*) (8) S. 300 des vorigen Bandes dieser Annalen. G.

**) Daselbst S. 301. G.

erfolgt; daſs dagegen in dem unmittelbar vorhergehenden Oerſted'ſchen Verſuche, der lautet: „wenn der loth„rechte, oben die negative Electricität erhaltende Schlie„ſungs-Draht, einem Pole der Nadel gegenüber „ſteht, bewegt die Nadel ſich öſtlich," der Erfolg davon abhängt, daſs die Nadel die durch das erſte allgemeine Reſultat beſtimmte Richtung, unter den von mir angegebenen Beſchränkungen, annimmt.

Das Inſtrument, mittelſt deſſen ich die Wirklichkeit desjenigen gegenſeitigen Einwirkens eines Magnets und eines electriſchen Stroms auf einander, welche ich die *anziehende* und *abſtoſsende Einwirkung* genannt habe, bewähre, hat eine ſolche Anordnung, daſs die *richtende Einwirkung* an dem Erfolg, welchen man beobachtet, keinen Antheil haben kann. Man findet es in Fig. 4 auf Taf. IV abgebildet. Es beſteht aus einem Fuſsgeſtell *A B C*, deſſen beide Arme *B E G* und *B F H* den horizontalen Schlieſsungs-Draht *K L* halten, neben welchem man eine kleine cylindriſche Magnetnadel *M N* an einem Faden Coconſeide *C M*, von dem obern Ende *C* des Fuſsgeſtelles herab hängt, bald mit dem Nordpol, bald mit dem Südpole nach unten gekehrt.

[Beide Einwirkungen, die richtende, und die anziehende und abſtoſsende, laſſen ſich auch in zwei Schlieſsungs-Drähten, welche von electriſchen Strömen durchfloſſen werden, zugleich darſtellen, wenn man dem beweglichen Schlieſsungs-Drahte eine ſolche Einrichtung giebt, daſs er beim Bewegen nicht dem feſten parallel bleibt, ſondern um eine Axe, die auf beiden Drähten in ihrer Mitte lothrecht ſteht, ſich drehend, mit dem feſten Drahte horizontale von

o bis 360° wachſende Winkel bildet. In Fig. 5 auf Taf. IV iſt ein ſolcher Apparat abgebildet.] Je nachdem zwei electriſche Ströme den feſten und den beweglichen Draht nach einerlei oder nach entgegengeſetzter Richtung durchflieſsen, ziehen die unter oder neben einander befindlichen Hälften beider einander an, oder ſtoſsen ſie ſich ab; und dem gemäſs muſs der bewegliche Draht ſich ſo lange drehen, bis er dem feſten Drahte parallel iſt, in einer Lage, in welcher der electriſche Strom durch beide in einerlei Sinn flieſst. Dieſe Wirkung zweier electriſcher Ströme ſtellt der Apparat ſehr gut vor Augen. Führt man vermittelſt des Queckſilbers des Bechers *S* und den durch den Rahmen des Glaskaſtens gehenden Draht, den electriſchen Strom einer Voltaiſchen Säule durch den zunächſt ſtehenden Träger *C* dem feſten Schlieſsungs-Drahte *AB* zu, ſo durchflieſst er ihn in der Richtung von *A* nach *B*, und geht dann durch den zweiten Träger *BD* und deſſen wagerechten Arm *DE*, in das kleine ſtählerne mit einem Queckſilber-Tropfen verſehene Schälchen. In dieſem Schälchen ſteht die lothrechte gläſerne Axe, welche die Mitte des Inſtruments einnimmt, mit einer Stahlſpitze, die unter der meſſingnen Faſſung *I* angelöthet iſt, daher der electriſche Strom mittelſt dieſer Faſſung in den an ihn gelölötheten, um die gläſerne Axe drehbaren leitenden Draht in der Richtung *K L M N O P*, und durch das Endſtück deſſelben *P Q* in das Queckſilber der Schale *Q* flieſst *), welches durch den Rahmen des Glaska-

*) Steht dieſe Schale in der verlängerten gläſernen Axe unter *I*, und hat das Drahtende *P Q* zwei gehörig angebrachte

ſtens, mit dem Becher R und dem andern Ende der Voltaiſchen Säule in leitende Verbindung geſetzt wird. Es fällt in die Augen, daſs bei dieſer Anordnung, wo überdem der drehbare Leiter zu Anfang an dem Stifte T des feſten Leiters anliegt, das wagerechte Stück MN des beweglichen Drahtes von dem electriſchen Strome im entgegengeſetzten Sinn, als das wagerechte Stück AB des feſten Drahtes, durchfloſſen wird, indeſs nach einer halben Umdrehung des beweglichen Leiters $KLMNOPQ$ der electriſche Strom beide wagerechte Theile in einerlei Sinn durchflieſst *).

Der Erfolg des Verſuchs mit dieſem Inſtrumente entſprach ganz der Erwartung. In dem Augenblick als der Voltaiſche Kreis geſchloſſen wurde, drehte ſich der bewegliche Theil des Apparats durch die Einwirkung, welche die beiden electriſchen Ströme, die anfangs durch AB und durch MN in entgegengeſetzter Richtung floſſen, aufeinander ausübten, ſo lange hin und her, bis beide Ströme parallel neben einander in einerlei Richtung hinfloſſen. Durch die erlangte Geſchwindigkeit ging er nämlich über dieſe Lage hinaus, kehrte aber dahin wieder zurück, und kam nach einigen Schwingungen in ihr zur Ruhe.

Es folgt hieraus, daſs bei der gegenſeitigen Einwirkung zweier electriſchen Ströme auf einander, in der That die *richtende* Kraft, und die *anziehen-*

Knie, ſo kann ſich dieſer ganze Draht um die Axe drehen, ohne daſs er mit dem Queckſilber der Schale Q auſser Verbindung kömmt, wie in der Figur angedeutet iſt. *Gilb.*

*) Unſtreitig reicht dann der Stift T nicht bis an den Draht PON hinauf. *Gilb.*

de oder *zurückſtoſsende Kraft* auf einem und demſelben Principe beruhen, und blos verſchiedene Aeuſserungen einer und derſelben Wirkſamkeit ſind. Es iſt daher nicht nöthig zwiſchen dieſen beiden Wirkungen hier den Unterſchied zu machen, der von Wichtigkeit iſt, wenn von der gegenſeitigen Einwirkung die Rede iſt, welche ein electriſcher Strom und ein Magnet auf einander ausüben, und man den Magnet wie gewöhnlich in Beziehung auf ſeine Axe betrachtet; denn alsdann ſieht man vielmehr ein Beſtreben beider, (des Schlieſsungs-Drahts und des Magnets) ſich in Richtungen, die auf einander ſenkrecht ſind, zu ſetzen.

6.

Als ich über die Urſachen der neuen von Hrn Oerſted aufgefundene Erſcheinungen nachdachte, ſtellte ich ſehr bald folgende Ueberlegung an. Geſetzt man habe noch nicht gewuſst, daſs die Magnetnadel ſich in eine beſtimmte Richtung von Süden nach Norden dreht und nur in ihr zur Ruhe kömmt, als man die Eigenſchaft derſelben entdeckte, von einem electriſchen Strome ſo gedreht zu werden, daſs ſie ſich ſenkrecht auf die Richtung deſſelben, mit ihrem Südpole links von dem Strome, zu ſtellen ſtrebt, und man fände nun erſt jene Eigenſchaft derſelben, ſich mit dieſem links von dem electriſchen Strome ſich ſtellenden Ende, ſtets nach Norden zu drehen: ſo würde ſich gewiſs jedem der einfache Gedanke unmittelbar aufdrängen, ob denn nicht etwa auch auf dem Erdkörper an ſeiner Oberfläche beſtändig ein electriſcher Strom in einer ſolchen Richtung flieſse, daſs Norden ſich

links von einem Menſchen befinde, den man ſich, das Geſicht nach der Magnetnadel gewendet, alſo rücklings an der Erde liegend, ſo dächte, daſs der Strom in der Richtung von ſeinen Füſsen nach dem Kopfe ginge. Daſs ein ſolcher Strom *von Oſt* nach *Weſt*, in einer Richtung ſenkrecht auf die magnetiſchen Meridiane flieſsen müſste, fällt in die Augen.

Je mehr man das Ganze der bekannten Erſcheinungen beachtet, deſto mehr Wahrſcheinlichkeit erhält dieſe Hypotheſe. Ein ſolcher Strom wäre mit dem in der Voltaiſchen Säule ſelbſt vorhandenen zu vergleichen, der, wie ich gezeigt habe, auf die Magnetnadel ſo wirkt, als wenn er von dem Kupferende nach dem Zinkende derſelben, wenn beide durch einen Leiter verbunden ſind, flöſſe; oder beſſer noch mit dem einer Säule, welche eine in ſich zurückkehrende krumme Linie bildete. Denn wahrſcheinlich giebt es in unſerer Erde nichts, was einem zuſammenhängenden, homogenen Leiter gleicht. Dagegen befinden ſich die verſchiedenen Materien, aus denen die Erde zuſammengeſetzt iſt, ganz in dem Fall einer in ſich ſelbſt zurücklaufenden Voltaiſchen Säule, welche aus Elementen, wie ſie der Zufall an einander gebracht hat, beſteht, und rings um die Erde gleichſam einen zuſammenhängenden Gürtel bildet. Solche zufällig an einander liegende Elemente werden freilich immer eine viel weniger kräftige Electricität erregen, als wenn ſie in regelmäſsiger Folge periodiſch wiederkehrend an einander gereiht wären; ſie müſsten aber ausdrücklich in der Abſicht, daſs keine Wirkung Statt finden ſolle, zuſammen geordnet ſeyn, wenn in einer Reihe *verſchiedener* Körper, welche eine geſchloſſene krumme

Linie rings um die Erde bilden, nicht nach irgend einer Richtung hin ein electrischer Strom entstehen sollte. Es findet sich, dafs in unserer Erde die Körper so an einander liegen, dafs auf ihr ein solcher Strom von Ost nach West vorhanden ist. Er dreht überall die Magnetnadel so, dafs ihre Richtung senkrecht auf die seinige ist, und eben diese Richtung der Magnetnadel bezeichnet uns daher auf der Erde einen Strom nach magnetischen Parallelkreisen, in so fern derjenige Pol der Nadel, welcher von dem electrischen Strome sich links setzt, stets dem Nordpole zugewendet ist: durch ihn wird die Nadel gerichtet und in den magnetischen Meridian gedreht.

Ich mufs hierbei bemerken, dafs die Wirkungen der Säulen von der in England üblichen Bauart, deren man sich zum Verbrennen eines feinen Metalldrahts selbst mittelst eines einzigen Paars Zink und Kupfer, die in eine Säure getaucht werden, bedient, hinlänglich beweisen, dafs es eine zu eingeschränkte Ansicht ist, wenn man eine electromotorische Wirkung blos zwischen den Metallen zulassen will, und die zwischen ihnen befindliche tropfbare Flüssigkeit nur in so fern sie leitet für wirksam hält *). Dafs zwei Metalle electromotorisch wirken, hat Volta auf das Vollständigste bewiesen; folgt daraus aber, dafs diese Wirkung zwischen ihnen und andern Körpern, und

*) Schon aus der Art, wie Hr. Ampère hier Wollaston's sogenannten Mikro-Electromotor beschreibt, und noch mehr aus dem, was sogleich folgt, scheint zu erhellen, dafs diesem scharfsinnigen Physiker die Lehren Volta's und seiner Schule von der galvanischen Electricität nicht im Einzelnen genau bekannt geworden sind. *Gilb.*

zwiſchen dieſen Körpern allein nicht auch vorgehe? Sie findet wahrſcheinlich zwiſchen allen Körpern, welche Electricität von ſchwacher Spannung leiten können, in der Berührung Statt, iſt aber in Säulen aus Metallen und verdünnten Säuren weit merkbarer, weil dieſe Körper ſie theils mit der mehreſten Kraft zu entwickeln, theils die Electricität am beſten zu leiten ſcheinen *).

Zuſammenordnungen nicht-metalliſcher Körper, wir wir ſie machen können, vermögen nie eine electromotoriſche Wirkung, welche mit der einer Voltaiſchen Säule aus Metallplatten und einer Flüſſigkeit vergleichbar wäre, hervorzubringen **), weil wir unſern Apparaten keine ſehr groſse Länge geben können; eine Säule aber, die rings um die Erde reichte, würde unſtreitig eine bedeutende Kraft beſitzen, auch wenn ſie nicht aus Metallen beſtände, und ihre Elemente nur durch Zufall an einander gebracht wären. Denn bei einer ſo groſsen Länge müſste alles nach Abſicht angeordnet ſeyn, wenn die Wirkungen nach einem Sinn, und die nach dem entgegengeſetzten einander ganz zerſtören ſollten.

Es iſt hierbei noch zu bemerken, daſs mehrere electriſche Ströme unabhängig von einander, in demſelben Körper nicht anders beſtehen können, als wenn ſie in ihrer ganzen Länge durch Nicht-Leiter von ein-

*) Alles das iſt Volta's Lehren nicht entgegen, aber vage und ſchwankend, indeſs Volta uns hierüber feſt Beſtimmtes gegeben und durch ſcharfſinnige Verſuche bewährt hat. *Gilb.*

**) Die bedeutend kräftigen Säulen zweiter Klaſſe ſcheinen dem Hrn Verf. hierbei nicht im Gedächtniſſe geweſen zu ſeyn. *G.*

ander vollkommen isolirt sind; und selbst in diesem Fall müssten sie auf einander einwirken, da ihre Wirksamkeit durch alle Körper hindurch geht. Noch viel mehr muss das der Fall seyn, wenn sie auf einer Kugel, deren Theile stetig zusammen hängen, beisammen sind. Sie müssen dann alle eine gemeinschaftliche Richtung annehmen, welche die mittlere aller electromotorischen Wirkungen auf dieser Kugel ist. Uebrigens bin ich weit entfernt zu glauben, dass diese electromotorischen Wirkungen die *einzige* Ursach der electrischen Ströme sind, die sich auf unserer Erdkugel durch die Richtung geben, welche die Magnetnadel an jedem Punkte der Oberfläche der Erde annimmt. Vielmehr bin ich überzeugt, dass die Hauptursach eine ganz andere ist, worüber ich mich bei einer andern Gelegenheit weiter erklären werde. Diese Ursach ist jedoch der Axen-Umdrehung der Erde unterworfen, würde also für jeden Ort eine immerfort sich gleich bleibende Abweichung der Magnetnadel geben, der Erfahrung entgegen. Aus diesem Grunde glaube ich, dass die electromotorische Wirkung der Körper, aus denen unsere Erde besteht, sich mit dieser allgemeinen Wirkung verbindet, und dass sie die allmähligen Veränderungen der Abweichung bewirkt, je nachdem in dem alten oder in dem neuen Continente der Erde die Oxydation merklichere Fortschritte macht.

Was die täglichen Veränderungen der Abweichung betrifft, so sind sie leicht zu erklären, durch die abwechselnden Temperatur-Veränderungen dieser beiden Regionen während der Zeit einer Umdrehung der Erdkugel; denn man kennt schon seit längerer Zeit den Einfluss der Temperatur auf die electromotorische

Wirkſamkeit, worüber Hr. Deſſaignes ſehr intereſſante Beobachtungen gemacht hat. Zu den electromotoriſchen Thätigkeiten der verſchiedenen Theile der Erde muſs man auch die der magnetiſchen Erze rechnen, welche, wie wir ſehen werden, als Voltaiſche Säulen zu betrachten ſind. Die Temperatur-Erhöhung, die wir in den Leitern der electriſchen Ströme groſser Voltaiſcher Säulen wahrnehmen, kann in den Leitern der electriſchen Ströme der Erdkugel nicht ganz fehlen; und ſollte das nicht die Urſach derjenigen *inneren Wärme* der Erde ſeyn, deren Wirklichkeit vor kurzem durch Verſuche bewährt worden iſt, über welche in eine der letzten Sitzungen der Akademie ein ihrer Mitglieder, deſſen Arbeiten über die Wärme dieſen Theil der Phyſik in das Gebiet der Mathematik verſetzt haben (*Fourier*), einen Bericht abgeſtattet hat. Und bedenkt man, daſs bei hinlänglich mächtigen Strömen dieſe Temperatur-Erhöhung bis zum dauernden Weiſsglühen, und der lebhafteſten Licht-Entbindung, ohne Verbrennen und ohne Gewichtsverluſt vor ſich geht, ſollte es da nicht erlaubt ſeyn zu vermuthen, daſs die dunkeln Himmelskugeln nur ſchwache electriſche Ströme haben, die ſelbſt leuchtenden dagegen die Wärme und das Licht, die ſie ausſtrahlen, von ihren mächtigeren electriſchen Strömen erhalten? *)

*) In dieſer Vorſtellung dürfte denn doch der Phantaſie ein etwas zu freies Spiel gelaſſen ſeyn. Eher möchten die *vulkaniſchen* Erſcheinungen ſich auf den hier angedeuteten Grund zurück führen laſſen; und das auf eine ganz andre Weiſe als es Patrin, und die ihm gefolgt ſind, zu einer Zeit gethan haben, wo es uns an allen den Kenntniſſen von der gal-

Bekanntlich suchte man ehemals die Erscheinungen des Magnets durch Ströme zu erklären, meinte aber, sie leyen der Axe des Magnets parallel; eine Lage, in der sie sich durchkreuzen und zerstören würden.

Sind nun aber electrische Ströme die Ursach der Wirksamkeit der Erde im Richten der Magnetnadel, so müssen sie es auch bei der Wirkung eines Magnets auf einen andern Magneten seyn. Und daraus folgt, dass man den *Magneten* als eine Vereinigung (*assemblage*) vieler electrischer Ströme zu betrachten hat, die in Ebenen senkrecht auf seiner Axe, und zwar in einer solchen Richtung fliessen, dass der Südpol der Magnetnadel, d. h. der Pol, der sich nach Norden zu drelit, sich *rechts* von diesen Strömen befindet, weil er immer eine solche Lage annimmt, dass er zur *linken* Hand eines ausserhalb des Magneten, demselben parallelen und dicht neben ihm vorhandenen electrischen Stromes ist[*]; oder es ordnen sich vielmehr diese Ströme in dem Magnete sogleich nach den kürzesten in sich zurücklaufenden krummen Linien an (*s'établissent*) von der Linken zur Rechten oder von der Rechten zur Linken kreisend, wobei die Linie, welche auf den Ebnen dieser Ströme [durch ihre Mittelpunkte] senkrecht ist, die Axe, und die Enden derselben die beiden Pole des Magnetes werden. Folglich sind an jedem der

vanischen Electricität und den electrischen Strömen, die einer solchen Erklärung einige Wahrscheinlichkeit geben, noch vollkommen fehlte. *Gilb.*

*) *puisqu'il est toujours à gauche d'un courant placé hors de l'aimant, et qui lui fait face dans une direction parallèle.* Wie Hr. Ampère dieses verstanden wissen will, wird weiterhin erhellen. *Gilb.*

Pole eines Magnets, die electrischen Ströme aus denen er besteht, in concentrischen, geschlossenen Curven vorhanden.

Diese Anordnung habe ich, so gut es sich thun liefs, mit einem electrischen Strome nachgeahmt, indem ich den Messingdraht, der ihn leitete, in der Mitte schraubenförmig wand, und die geradlinigen Enden durch Glasröhren nach den entgegengesetzten Enden einer VoltaischenSäule führte. Je nachdem ich den electrischen Strom durch diese Spirale hin- oder her-wärts gehen liefs, wurde sie von dem Pole eines Magneten, den ich so hielt, dafs seine Axe auf die Ebnen der Schraubengänge senkrecht stand, stark angezogen oder abgestofsen, ersteres wenn die electrischen Ströme des schraubenförmigen Drahtes und des Magnets in einerlei Sinne, letzteres wenn sie in entgegengesetztem Sinn flossen. Nimmt man statt des Magnets einen andern schraubenförmig gewundenen Draht, durch den man den Strom in demselben Sinn als im Magneten fliefsen läfst, so zeigt er zu dem erstern dieselben Anziehungen und Abstofsungen. Auf diese Weise entdeckte ich, dafs zwei electrische Ströme, die in einerlei Richtung fliefsen, sich anziehen, und zwei electrische Ströme, die nach entgegengesetzter Richtung fliefsen, sich abstofsen. — Endlich zeigen auch zwei Magnete in ihrer Wirkung auf einander dieselben Anziehungen und Abstofsungen, welche Folge der Anordnung der sie bildenden electrischen Ströme, und deren gegenseitiger Anziehung und Abstofsung sind. . . . Wir werden immer mehr finden, dafs diese electrischen Ströme die einzige Ursach aller magnetischen Erscheinungen sind.

7.

Ich konnte erſt in der Sitzung am 25 September meine Vorleſung beendigen, und beſchloſs ſie mit einem *Ueberblick*, in welchem ich aus den Thatſachen, die ich mitgetheilt hatte, folgende Schlüſſe zog:

1. Zwei electriſche Ströme die parallel neben einander flieſsen, ziehen einander an, wenn ſie in einerlei, ſtoſsen ſich ab, wenn ſie in entgegengeſetztem Sinne ſtrömen.

2. Können zwei nahe bei einander befindliche Drähte ſich blos in parallelen Ebenen drehen, ſo ſtrebt jeder von zwei electriſchen Strömen, die durch ſie flieſsen, den andern in eine Lage zu drehen, in der beide Ströme parallel in einerlei Sinn flieſsen.

3. Dieſe Anziehungen und Abſtoſsungen ſind ganz verſchieden von den gewöhnlichen electriſchen Anziehungen und Abſtoſsungen.

4. Alle Oerſtedſche, in dieſer Vorleſung analyſirte und auf zwei allgemeine zurückgeführte Erſcheinungen des Einwirkens eines electriſchen Stroms auf den Magneten, fallen unter das eben angegebene Geſetz des gegenſeitigen Anziehens und Abſtoſsens zweier electriſcher Ströme, wenn man annimmt, daſs ein Magnet eine Vereinigung vieler electriſcher Ströme iſt, welche durch die Wirkung der Theilchen des Stahls auf einander, analog der der Elemente einer Voltaiſchen Säule, hervorgebracht werden, und in Ebenen flieſsen, die ſenkrecht auf der geraden Linie durch die beiden Pole des Magneten ſtehen.

5. Wenn der Magnet in der Lage iſt, in die er ſich durch die Wirkung der Erdkugel zu ſetzen ſtrebt, ſo flieſsen die Ströme deſſelben in entgegengeſetztem

Sinn, als in welchem Sonne und Sterne ihren täglichen Umlauf am Himmel machen; in der entgegengeſetzten Lage, wo die gleichnamigen Pole nach einerlei Seite gekehrt ſind, bewegen ſich die Ströme in einerlei Sinn mit dem ſcheinbaren Lauf der Sonne.

6. Die bekannten Einwirkungen zweier Magnete auf einander fallen unter daſſelbe Geſetz.

7. Eben ſo die Wirkungen des Erdkörpers auf einen Magneten, wenn man electriſche Ströme in demſelben annimmt, die in Ebenen ſenkrecht auf die Neigungsnadel, von Oſt nach Weſt in der untern Hälfte (*au deſſous de cette direction*) flieſsen.

8. Zwiſchen den beiden Polen eines Magneten iſt keine andere Verſchiedenheit, als lediglich die, daſs der eine links, der andere rechts von den electriſchen Strömen iſt, die dem Stahle die magnetiſchen Eigenſchaften geben.

9. Als Volta bewieſen hatte, daſs die Electricitäten der beiden Enden ſeiner Säule ſich nach denſelben Geſetzen als die beiden auf gewöhnliche Weiſe erregten Electricitäten anziehen und abſtoſsen, hatte er darum noch nicht die Einerleiheit dargethan, der durch die Säule und der durch Reibung in Thätigkeit geſetzten Flüſſigkeiten; ſie wurde dieſes aber, ſo weit ſich nur phyſikaliſche Wahrheiten beweiſen laſſen, als er zeigte, daſs zwei Körper, von denen der eine durch die Säule, der andre durch die Electriſirmaſchine electriſirt worden waren, auf einander unter allen Umſtänden eben ſo wirkten, als wenn ſie beide mit der Electricität der Säule oder mit der gewöhnlichen Maſchinen-Electricität erfüllt ſind. Dieſelbe Art von Beweis findet ſich hier in Rückſicht der Einerleiheit der

Anziehungen und Abſtoſsungen der electriſchen Ströme und der Magnete. Ich habe ſo eben der Akademie die gegenſeitige Wirkung zweier electriſcher Ströme auf einander vorgewieſen; die längſt bekannte Wirkung zweier Magnete auf einander fallen unter daſſelbe Geſetz. Dieſe Aehnlichkeit allein würde aber immer nur darthun, daſs die electriſche und die magnetiſche Flüſſigkeit einerlei Geſetzen gehorchen, wie man das längſt angenommen hat, und die einzige Veränderung, welche in der gewöhnlichen Theorie des Magnetismus gemacht werden müſste, wäre, anzugeben, daſs die magnetiſchen Anziehungen und Abſtoſsungen nicht mit denen, die auf electriſcher Spannung beruhen, ſondern nur mit den von mir zwiſchen zwei electriſchen Strömen aufgefundenen zuſammen geſtellt werden können. Die Verſuche des Hrn Oerſted, in welchen wir von einem electriſchen Strome dieſelben Wirkungen in einem Magneten hervorgebracht ſehen, beweiſen aber nun, daſs es einerlei Flüſſigkeiten ſind, welche in beiden Fällen wirken.

In der Sitzung am 9 October ſprach ich noch einmal über dieſe Einerleiheit der Electricität und der Urſach der magnetiſchen Erſcheinungen, und zeigte, daſs der Magnet die Eigenſchaften, welche ihn charakteriſiren, nur dadurch beſitzt, daſs ſich in ihm, in den Ebenen ſenkrecht auf die gerade Linie zwiſchen ſeine beiden Pole, dieſelbe Dispoſition der Electricität findet, welche in dem ſchlieſsenden Leiter einer Voltaiſchen Säule vorhanden iſt; eine Dispoſition, die ich mit dem Namen *electriſcher Strom* bezeichne, wobei ich aber in meinen in der Akademie vorgeleſenen Abhandlungen ſtets ausdrücklich bemerkte, daſs dieſe Einerleiheit

Zuletzt laſſe ich durch *keinen* der beiden leitenden Drähte meines Apparats einen electriſchen Strom gehen, hänge aber auf jeden eine meiner Magnetnadeln lothrecht, ſo daſs ihre Axe auf dem Drahte rechtwinklich ſteht, und alſo ihre Ströme mit dieſem Drahte, parallel ſind. Man erhält dann wiederum, entſprechend den bekannten Wirkungen zweier Magnete auf einander, *erſtens* dieſelben Anziehungen und Abſtoſsungen als wenn electriſche Ströme durch die beiden leitenden Drähte flöſſen, wenn die Ströme beider Nadeln entweder in einerlei, oder in entgegengeſetztem Sinne als die electriſchen Ströme flieſsen, deren Stelle ſie vertreten; und *zweitens* die umgekehrten Erſcheinungen, wenn die Ströme der einen Nadel in gleichem, die der andern im entgegengeſetzten Sinne als zuvor die electriſchen ſtrömen; alles der Theorie entſprechend, welche Einerleiheit der Ströme des Magnets mit den Strömen der Voltaiſchen Säule annimmt.

Dieſe Einerleiheit beider Ströme läſst ſich auch mittelſt des in Fig. 5 Taf. IV abgebildeten Inſtruments darthun, wenn man ſtatt des feſten leitenden Drahtes *MN* darin einen Magnetſtab horizontal ſo anbringt, daſs die Ströme dieſes Magneten in demſelben Sinn flieſsen, als zuvor der electriſche Strom durch den feſten leitenden Draht floſs. Leitet man dann blos einen electriſchen Strom durch den beweglichen Draht *), ſo ſieht man dieſen durch Wirkung der Magnetnadel in dieſelbe drehende Bewegung kommen, als in dem Verſuch, da electri-

*) Unſtreitig aus der Schale *U*, durch *DET* und den drehbaren Draht *KLMNOPQ*, in die Schale *R*. *Gilb.*

ſche Ströme durch beide leitende Drähte, den feſten und den drehbaren, floſſen, und kein Magnetſtab mit im Spiele war. Um einen Magnetſtab ſo anbringen zu können, wie es zu dieſem Verſuche geſchehen muſs, dient mir in dieſem Apparate der Träger XY, an deſſen Ende ſich eine offene Hülſe Z befindet, in die ſich der Magnetſtab hinein ſchieben, und in der angegebenen Lage mittelſt einer Druckſchraube V befeſtigen läſst.

8.

Es wäre hier nun der Ort, noch von einer andern Art von Wirkſamkeit der electriſchen Ströme zu reden, von der nämlich, durch die ſie dem Stahle die *magnetiſchen Eigenſchaften mitzutheilen* vermögen, und zu zeigen, daſs alle Umſtände, die bei dieſer Wirkſamkeit, deren Kenntniſs wir Hrn Arago verdanken, Statt finden, redende Beweiſe für die in dieſer Abhandlung aufgeſtellte Theorie ſind, und daſs durch ſie die electriſche Natur des Magnets, dieſer Theorie entſprechend auf das vollſtändigſte dargethan wird.

Auch hätte ich, um nichts zu übergehen, was wir über die gegenſeitige Wirkung der ſchlieſsenden Drähte und der Magnete wiſſen, von den ſehr intereſſanten Verſuchen zu reden, welche ein ſcharfſinniger Phyſiker, Hr. Boisgiraud, der Akademie der Wiſſenſchaften in einer Abhandlung, die am 9 October 1820 vorgeleſen wurde, mitgetheilt hat. Einer ſeiner Verſuche läſst keinen Zweifel über einen Hauptpunkt in der Theorie der gegenſeitigen Wirkung zwiſchen ſchlieſsenden Drähten und Magnete übrig,

indem er darthut, dafs dieſe Wirkung zwiſchen dem Schlieſsungsdrahte und allen auf der geraden Linie durch die beiden Pole ſenkrecht ſtehenden Querſchnitte des kleinen Magneten, auf den er wirkt, gleichmäſsig Statt findet, und nicht mit gröſserer Kraft in den Polen als in den übrigen vorgeht, wie das der Fall iſt, wenn man die Einwirkung aller Punkte der Axe eines Magnetſtabes auf eine kleine Magnetnadel unterſucht.

Die Entdeckungen des Herrn Arago ſind indeſs ſchon von ihm ſelbſt den Phyſikern bekannt gemacht worden *), und ich hoffe, dafs auch Herr Baisgi-

*) Siehe Stück 10 des vorigen Jahrg. dieſer Annalen S. 311. Nach dem Protokoll der Verhandlungen in der Pariſer Akademie der Wiſſenſchaften wies Hr. Ampère nach, in einem kurzen Aufſatze, den er am 16 October vorlas, dafs alle Umſtände bei der von Hrn Arago bewirkten Magnetiſirung von Stahlſtäben durch die Voltaiſche Säule, der von ihm (Hrn Ampère) dargethanen Identität der electriſchen Ströme mit den Strömen, welche er in dem Magnete in Ebnen ſenkrecht auf der Axe deſſelben annimmt, entſprechen; und in der Sitzung am 30 October zeigte er den Verſuch vor, dafs der Erd-Magnetismus einen beweglichen Draht, durch welchen ein electriſcher Strom flieſst, in eine der Neigungs-Nadel entſprechende Lage dreht [der Verſuch mit der aſtatiſchen Nadel, welcher hier S. 140 beſchrieben iſt]. In derſelben Sitzung las Hr. Biot ſeine Abhandlung über die phyſikaliſchen Geſetze, nach welchen die metalliſchen Schlieſsungs-Drähte Voltaiſcher Säulen auf die Magnetnadeln wirken. (ſ. dieſe *Ann.* Dec. H. S. 392.) Endlich benachrichtigte noch Hr. Arago die Akademie mündlich, in der Sitzung am 6 No-

raud ſeine Abhandlung bald in den Druck geben wird *). Ich werde dann in einer zweiten Abhandlung, in der ich mich mit der mathematiſchen Theorie der Erſcheinungen durch electriſche Ströme zu beſchäftigen denke, Gelegenheit haben, aus ihnen, zum Beweiſe der Genauigkeit dieſer meiner Theorie, die Folgerungen zu ziehen, auf welche die Thatſachen führen, die Herr Boisgiraud beobachtet hat. Auch verſpare ich für dieſe zweite Abhandlung die Unterſuchung der Geſetze der gegenſeitigen Wirkung zweier Magnete, welche es anfangs meine Abſicht war hier noch hinzu zu fügen, und man wird daher erſt dort die Nachweiſung finden, daſs dieſe Geſetze nothwendige Folgen der Urſach ſind, welche ich für ſie in gegenwärtiger Vorleſung angegeben habe.

vember, daſs er mit Hülfe der *gewöhnlichen Electricität* alle Erſcheinungen der Magnetiſirung bewirkt habe, welche ſich ihm beim Magnetiſiren mittelſt der Voltaiſchen Säule gezeigt hatten. — [Ich habe mich alſo geirrt, da ich im Decemberhefte S. 406 in einer Anmerkung zu Hrn Akad. von Yelin's intereſſanter Wiederholung dieſer Verſuche vermuthete, es ſey in der daſelbſt erwähnten Notiz im *Moniteur*, von Hrn Arago's Magnetiſirung mittelſt der Voltaiſchen Säule die Rede geweſen.] *Gilb.*

*) Sie folgt hier gleich auf gegenwärtigem Aufſatz. *Gilb.*

II.

Verſuche über die Wirkung der Voltaiſchen Säule auf die Magnetnadel;

von

Boisgiraud, d. Aelt., Rep. d. Phyſ. a. d. Mil. Sch. v. St. Cyr.

Frei ausgezogen aus e. in d. Pariſ. Akad. am 9 Oct. 1820 vorgeleſenen Aufſatze, von Gilbert *).

Herr Boisgiraud war in der Sitzung der Akademie am 11 September gegenwärtig, in welcher Hr. Arago, nach ſeiner Rückkunft von Genf, einige der Oerſted'ſchen Verſuche wiederholte, und wurde durch ſie zu eignen Verſuchen über die Einwirkung der Voltaiſchen Electricität auf die Magnetnadel veranlaſst. Von dem, was ihm eigen iſt, giebt er in dieſem Aufſatze Bericht. Es ſtanden ihm zwei wenig kräftige Trogapparate alter Einrichtung, jede von 20 Platten-Paaren, zu Gebot. Er hatte die dicken Meſſingdrähte an den Enden der Tröge jeden mit einem dünnen Platindrahte verſehen, und beim Schlieſsen wurden dieſe mit einander in Berührung gebracht. Der beide Tröge mit einander verbindende Zwiſchen-Draht, wirkte auf die Magnetnadel gerade ſo als die Schlieſsungs-Drähte. Nur wenn dieſe ſich berührten war Wirkung; auch bei der kleinſten Entfernung ihrer Spitzen von einan-

*) Aus den *Annal. de phyſ. et de chim.*, mit Uebergehen von *manchem*, was in Deutſchland allgemein bekannt iſt. *Gilb.*

der keine; und je nachdem die beiden Tröge ſo mit einander verbunden waren, daſs ſie übereinſtimmend, oder entgegengeſetzt wirkten, ſah er ihre Wirkung auf die Nadel ſich einander vermehren oder vermindern. Zwiſchenbringen von einem einzigen Blatte mit der Flüſſigkeit der Tröge genäſsten Papiers, oder eines kleinen Stückchens Kohle, oder von etwas gemeinem Waſſer zwiſchen den beiden ſchlieſsenden Platindrähten, verminderte die Wirkung ſehr bedeutend. In Hrn Ampère's ſehr kräftigem Trogapparate hob Kohle, beſonders wenn ſie glühte, und mit Säure verſetztes Waſſer die Wirkung nicht gänzlich auf. Als er die Magnetnadel unter den die beiden Tröge verbindenden Platindraht geſtellt hatte, wurde ſie beim Schlieſsen beider Tröge mit Platindraht ſtark abgelenkt, blieb aber unverrückt ſtehen als Er ſelbſt den Kreis mit feuchten Händen ſchloſs, obgleich er einen empfindlichen Schlag erhielt. Er erklärt es ſich hieraus, warum er von einer Säule von 48 Platten-Paaren von Laubthaler Gröſse, die mit feuchten Tuchſcheiben aufgebaut war und einen ziemlich ſtarken Schlag gab, keine Wirkung auf die Magnetnadel erhalten habe.

An einem 8 Linien langen magnetiſirten Stahldrahte, der von dem Punkte in ſeiner Mitte nach den beiden Enden zu in entgegengeſetztem magnetiſchen Zuſtande war, und den er an einem ſehr feinen Faden Seide horizontal gehängt hatte, bemerkte der Verf., daſs jedesmal, wenn er demſelben den Schlieſsungsdraht nahe brachte, und nun der Pol der magnetiſirten Nadel von der einen Seite zur andern über dieſen Draht hinweggehen wollte, dabei aber etwas anſtieſs, — der ganze Faden in eine ſchwingende Bewegung, dem Schlieſsungsdraht zu-

wärts nnd von ihm ab gerieth, bis die Nadel bei hinlänglicher Entfernung ſich ſo bewegte, daſs der Draht ſie nicht aufhalten konnte; und dabei vermied ſie die ihr zugekehrte Seite des Drahtes, indeſs ſie ſich in der neuen Lage an der entgegengeſetzten Seite, zu der ſie hinüber gegangen war, anhing.

Um bei dieſem Verſuche die Einwirkung der Schwere zu entfernen, überzog Hr. Boisgiraud die kleine magnetiſirte Nadel mit etwas Fett und legte ſie auf die Oberfläche eines Waſſerbeckens. Sie ſchwamm auf ihr, und obgleich ſie nicht bis zur Sättigung magnetiſirt war, drehte ſie ſich doch ziemlich ſchnell in den magnetiſchen Meridian zurück, wenn man ſie aus demſelben entfernte. Näherte man ihren beiden Enden die beiden Schlieſsungsdrähte, ſo trat an ihren Enden Waſſerzerſetzung ein. Sie zeigte dieſelben Erſcheinungen von Ablenkung als die auf einem Stifte ſchwebende Magnetnadel, jedoch ohne merkliche Oscillationen. Ueberdem lieſs ſich aber an ihr ſehr ſchön wahrnehmen, daſs wenn der Schlieſsungsdraht horizontal im magnetiſchen Meridiano gehalten wurde, und dicht über ſie wegging, ihr Mittelpunkt beim Drehen unverrückt blieb; welches eine völlige Symmetrie der Wirkung zu beiden Seiten des Mittelpunkts der Nadel, und gleich groſse Kräfte vorausſetzt, welche in der Ebne der Waſſerfläche in gleichen Entfernungen vom Mittelpunkte auf die Nadel an beiden Seiten wirkten.

Folgendermaſsen bewegte ſich dieſe Nadel in der Richtung des magnetiſchen Meridians *); wobei die

*) *Suivant le meridien magnetique.* *Gilb.*

Richtung des Schliefsungsdrahtes immer von der Zink-Seite des Apparates ab nach der Kupfer-Seite zu angegeben iſt *). Die *Anzeige der Bewegungen* kömmt immer gleichmäſsig *beiden Polen* der Nadel zu, und ſie laſſen ſich auf dem Waſſer beliebig verlängern. Die Ausdrücke *Anziehung* oder *Abſtoſsung* zeigen an, daſs die Nadel ſich dem Schliefsungsdraht nähert oder von demſelben entfernt.

„Als der Schliefsungsdraht horizontal *über* der „Waſſerfläche von Oſt nach Weſt ging, *Abſtoſsung*; „von Weſt nach Oſt *Anziehung*. Als er ſich *unter* „der Waſſerfläche befand, im erſten Fall *Anziehung*, „im zweiten *Abſtoſsung*.“ Iſt der Schliefsungsdraht recht genau ſenkrecht auf der magnetiſchen Mittagsebene, ſo geht die Bewegung der Nadel in dem magnetiſchen Meridiane vor (*ſuivant le meridien magnetique*); ohnedem iſt ſie zugleich mit einer ablenkenden Bewegung (*mouvement de la déclinaiſon*) verbunden **). Befindet ſich aber bei dieſer Lage des

*) Das heiſst alſo, die angegebene Richtung iſt die, in der ihn der electriſche Strom durchfloſs, bezogen auf die magnetiſchen Weltgegenden. *Gilb.*

**) Hielt Hr. Boisgiraud den Schliefsungsdraht *über* oder *vor* dem *Nordpol* der Nadel horizontal und genau ſenkrecht auf die magnetiſche Mittagsebene, ſo wies das *Links* für einen den Draht von Oſt nach Weſt durchflieſsenden Strom genau nach *Süden*, bei entgegengeſetzter Richtung des Flieſsens genau nach *Norden*; muſste alſo im erſten Fall die ſchwimmende, in dieſen Richtungen ungehindert bewegliche Nadel ſich vom Schliefsungsdrahte *entfernen*, im zweiten ſich ihm *nähern*; und ſo zeigte es der Verſuch. Daſſelbe war der Fall, wenn der Schliefsungsdraht in gleicher Lage ſich über oder vor dem

Schliefsungsdrahts der Punkt in der Mitte der Nadel lothrecht unter demfelben, fo bleibt die Nadel in Ruhe; und diefes Gleichgewicht ift feftbeftehend (*ftable*), wenn der Schliefsungsdraht in diefer Lage eine *Anziehung* auf die Pole der Nadel zu äufsern fcheint, dagegen veränderlich (*mobile*), wenn der Schliefsungsdraht eine folche Richtung hat, dafs er auf fie eine *Abftofsung* äufsert. Diefe merkwürdige Erfcheinung fcheint zu beweifen, dafs der Schliefsungsdraht nicht blos auf die Pole der Nadel wirkt *).

„Als der Schliefsungsdraht lothrecht *öftlich* von „der Nadel war, und der electrifche Strom ihn durchflofs „von oben nach unten, *Anziehung;* von unten nach oben, „*Abftofsung*. Als er *weftlich* von der Nadel war, im „erften Fall *Abftofsung*, im zweiten *Anziehung*." **)

Südpol der Nadel befand, weil diefer *Rechts* abgelenkt wird, wie eine Zeichnung fogleich nachweift. Auf diefe Weife find alfo diefe Verfuche des Verfaffers zu verftehen. *Gilb.*

*) Geht der electrifche Strom vom magnetifchen Weft nach Oft über den Mittelpunkt der Nadel fort, fo liegt links von demfelben Norden, rechts Süden, ftrebt er alfo den Nordpol nach Norden, den Südpol nach Süden fortzutreiben; eine Verrückung der Nadel etwas nach Norden macht dann fogleich die Summe der nach Norden fie treibenden Kräfte gröfser als die der nach Süden fie treibenden, und die Nadel mufs nach Norden weichen. Geht dagegen der Strom von Oft nach Weft, fo liegt links von demfelben Süden, rechts Norden, fcheinen alfo die Pole vom Drahte angezogen zu werden; und ift auch ein längeres Stück der Nadel nördlich als füdlich vom Drahte, fo bewirkt das nur ein Verfchieben, wobei der Mittelpunkt wieder unter den Draht kömmt, daher in diefem Fall diefe Lage der Nadel feft beftehend ift. — Unftreitig ift es diefer Verfuch, den Hr. Ampère bei dem, was er S. 161 fagt, im Sinne hatte. *G*

In gewiſſen Fällen folgen Anziehung und Abſtoſsung auf einander auf eine merkwürdige Weiſe. Man denke ſich den Schlieſsungsdraht *unter* der Waſſerfläche, [ſenkrecht auf der magnetiſche Mittagsebne], und durch die beiden Stellen an den entgegengeſetzten Seiten der Nadel, in welchen er die Oberfläche des Waſſers durchſchneidet zwei Parallel-Linien mit dem magnetiſchen Meridian gezogen. Es fand ſich nun jedesmal, daſs wenn die Nadel in der Abtheilung der Waſſerfläche zwiſchen dieſen beiden Parallelen von den Schlieſsungsdrähten angezogen wurde, ſie in den beiden Abtheilungen auſserhalb Abſtoſsung erlitt, und umgekehrt. Zwar ging die Nadel, wenn ſie in einer dieſer Abtheilungen abgeſtoſsen wurde, durch eine Bewegung, die zum Theil ein Ablenken (*une declinaiſon*) war, in die Abtheilung über, in welcher Anziehung Statt fand, mehr oder weniger langſam, je nachdem die Nadel entfernter war. War ſie aber einmal in die anziehende Abtheilung gekommen, ſo beſchleunigte ſich ihre Bewegung, bis ſich ihre Mitte dem Schlieſsungsdrahte gegenüber befand; dieſer Punkt der Mitte näherte ſich dann aber dieſem Drahte nur langſam, und häufig vermochte er nicht ihn zu erreichen, welches auf Haarröhrchen-Wirkung zu beruhen ſcheint.

Man erſieht aus dieſen letzten Verſuchen, daſs nur dann Gleichgewicht für eine Magnetnadel, die der

**) Auch hier iſt zu verſtehen, daſs ſich der lothrechte Draht neben den Polen der Nadel in den angegebenen Lagen befindet; die Nadel wird dann in dem magnetiſchen Meridian nördlich oder ſüdlich geſchoben, welches ſich aber doch kaum für ein Anziehen oder Abſtoſsen ausgeben läſst. Gilb.

Einwirkung des Schliefsungs-Drahtes ausgefetzt ift, Statt findet, wenn der Punkt in ihrer Mitte von allen Punkten in ihr dem Schliefsungsdrahte am nächften ift.

Wurde die Nadel in einer Abtheilung des Waffers zurückgeftofsen, und trat in eine anziehende Abtheilung ein, fo fchien es Hrn Boisgiraud häufig, dafs, je nachdem diefes mit dem Nord- oder mit dem Süd-Ende gefchah, fie ein gröfseres Beftreben habe nach dem einen als nach dem andern Theile des Schliefsungsdrahtes fich zu begeben; doch beftätigte fich das nicht immer. Diefes Beftreben gewiffer Seiten der Nadel und des Schliefsungsdrahtes fich vorzugsweife vor andern zu vereinigen, die vielmehr fich abzuftofsen fcheinen, meint er, möge eine grofse Rolle in diefen Erfcheinungen fpielen. Auch fchlofs er aus diefen Verfuchen, dafs die mittlere Kraft aus den Kräften, welche diefe Bewegungen bewirken, in einer auf die Richtung des Schliefsungsdrahtes fenkrechten Ebne zu wirken fcheine; welches fehr richtig ift.

Eine dritte Art von Verfuchen, welche Herr Boisgiraud noch mit feinem magnetifchen Stahldrahte anftellte, gab zu verwickelte Erfcheinungen, als dafs er aus ihnen Folgerungen zu ziehen fich getraute. Er hatte mittelft zweier Wachskügelchen einen Faden Coconfeide an einem feften Punkte befeftigt, und an dem unteren Ende deffelben einen kleinen magnetifchen Stahldraht mit feinem einen Pole; der andere Pol deffelben war mit etwas Seife befchmiert, und hier klebte er daran einen Siegellackfaden oder ein Stückchen Silberdraht, fo dafs fie horizontal fchwebten. Diefer dem Coulomb'fchen Electrofkope ähnliche Apparat follte

die Einwirkung des Schliefsungsdrahtes auf die Seiten der Nadel nachweifen; und er zeigte dem Verf. in der That Wirkungen diefer Art, die er aber für täufchende und trügerifche Erfcheinung erklärt.

Ein Magnetftab den er in der Hand hielt, fchien nämlich mit feinem Nordpol ftets die nach Süden gewendete Seite der hängenden Nadel anzuziehen, und der Südpol dagegen die nach Norden zu gekehrte Seite, und er konnte eine halbe Umdrehung des horizontalen Siegellacks-Streifchens dadurch bewirken, dafs er den Südpol des Magnetftabs der Südfeite der hängenden Nadel, oder den Nordpol des Magnetftabs der Nordfeite derfelben näherte; ja felbft eine ganze Umdrehung, da die *angezogene* Seite (ift anders diefer ungenaue Ausdruck erlaubt) der Bewegung des Pols, der fie anzog, folgte. Auch zeigte fich ein Beftreben in der Nadel, die eine ihrer Seiten nach dem magnetifchen Norden, die andere nach Süden zu drehen, denn wenn man fie aus diefer Lage brachte, fo kam fie zu ihr nach mehreren Schwingungen zurück; wenn fie aber eine ganze Umdrehung gemacht hatte, blieb fie in diefer neuen Lage, da die Windungskraft des Seidenfadens ausnehmend gering ift.

Es könnte fcheinen, fagt der Verfaffer, diefe Verfuche bewiefen, dafs die Nadel nicht blos in der Richtung ihrer Länge, fondern auch in einer Richtung nach der Quere magnetifche Pole habe; allein es ift leicht fich zu überzeugen, dafs diefe letzteren Pole nicht vorhanden find, und dafs eine kaum fichtbare Krümmung der Nadel hinreicht, die beobachteten Erfcheinungen zu bewirken. Ift es eine Krümmung in

Einer Ebene, ſo dreht der Erdmagnetismus dieſe Ebene in den magnetiſchen Meridian, mit der Höhlung nach demjenigen Pole der Erde zu, der den untern Pol der Nadel anzieht. Und ein Magnetſtab, der ſtärker auf ſie als die Erde wirkt, richtet dieſe Höhlung oder die convexe Seite nach ſich zu, je nachdem er den untern Pol der Nadel anzieht oder zurückſtöſst. Daſs es aber ſo gut als unmöglich iſt, einem von einer Rolle genommenen Draht, wie es der war, der zu des Verfaſſers Verſuchen gedient hatte, alle Krümmung vollkommen zu benehmen, fällt in die Augen; und der Verf. brauchte den Draht nur ſtärker, und nach einander nach verſchiedenen Seiten zu krümmen, um deutlich überzeugt zu werden, daſs die Dispoſition der Seiten der Nadel ſtets durch die Krümmung beſtimmt wird. Daſſelbe muſs alſo, ſchlieſst er, auch bei ſchwächerer, ja unſichtbarer Krümmung der Fall ſeyn, und eine nicht magnetiſche Nadel müſste ähnliche Erſcheinungen zeigen. Vielleicht, fügt er hinzu, laſſen ſich aus ſolchen Täuſchungen magnetiſche Erſcheinungen, welche von einigen Phyſikern angekündigt worden ſind, erklären.

III.

Betrachtungen über die Natur und die Urſachen des Nordlichts;

von Biot in Paris.

Frei bearbeitet, und mit einigen Anmerkungen, von Gilbert.

Zweite Hälfte.

6. Woher rührt die Materie des Nordlichts?

Die Erörterungen über die optiſchen und phyſikaliſchen Charaktere des Nordlichts haben uns in dieſem Meteore wahre Wolken kennen gelehrt, die manchmal leuchten, ſo dünn ſind, daſs ſie in dem Luftkreiſe in groſsen Höhen geraume Zeit lang ſchweben können, und wenigſtens zum Theil aus Materien beſtehen, die der Einwirkung des Magnetismus empfänglich ſind, indem ſie ſich von ſelbſt in Säulen vertheilen, die in allen Gegenden, über welchen ſie hängen, die mittlere Richtung der magnetiſchen Kräfte der Erde annehmen, und während ſie durch den Scheitelpunkt ziehen, oder nicht weit von demſelben entfernt ſind, die Magnetnadel in unordentliche Bewegungen verſetzen. Alles dieſes iſt reine Thatſache, unvermengt mit Hypotheſen. Es iſt nicht minder gewiſs, daſs das Nordlicht in den Gegenden nahe am Pole häufig erſcheint, in andern Gegenden aber deſto ſeltener, je weiter ſie vom Pole entfernt ſind; daſs es in dieſen auch an Lebhaftigkeit in eben dem Maaſse abnimmt, und

dafs man über einen gewiſſen Abſtand vom Pole hinaus, zum Beiſpiel auſserhalb des Polarkreiſes, die Materie deſſelben immer von Norden kommen und nach Süden ſich fortbewegen ſieht. Wir ſind hieraus berechtigt zu ſchlieſsen, dafs ſich das Meteor nicht über allen Gegenden unmittelbar bildet, ſondern dafs es über die ſüdlicheren Erdſtriche von Norden her verſetzt wird. Die Geburtsſtelle oder der Heerd deſſelben läſst ſich ſelbſt noch genauer nachweiſen, durch Beobachtung der Richtung, in der man das Meteor ſtets und überall ankommen ſieht. Denn es befindet ſich der Mittelpunkt des Nordlichts an jedem Orte in derjenigen lothrechten Ebne, welche durch den Punkt des Horizontes geht, nach welchem die Magnetnadel hinweiſt. Zieht man nun aber auf einem Erdglobus Linien in den Richtungen, welche in den nördlichſten Ländern, wie Kamtſchatka, Sibirien, Lappland, Spitzbergen, Island und den nordweſtlichen Küſten Amerikas die Magnetnadel (Abweichungsnadel) hat, wenn ſie ruhig ſteht, ſo findet ſich, dafs dieſe Linien alle nach einem ziemlich beſchränkten Raum hin laufen, der in Nordweſt von Grönland und nur wenig nördlich von der Baffins-Bay liegt. Von dort aus müſſen alſo die Materien, die das Nordlicht erzeugen, als von ihrem Mittelpunkte ausgehn; und es iſt wichtig zu bemerken, dafs auch dieſes eine aus der Erfahrung entnommene Bedingung iſt, der jede Erklärung des Nordlichts nothwendig genügen mufs *).

*) Was dieſe letztere Bedingung betrifft, ſo mufs ſie dahin verbeſſert werden, dafs jene Linien nach *zwei* verſchiedenen Stellen zu laufen, von denen die eine in dem Eingange der Hud-

Aber durch welche Urſach kann wohl aus dieſem Theile der Erde magnetiſche Materie hervorgetrieben, vaporiſirt, und in der Atmoſphäre bis zu den Höhen erhoben werden, in welchen die Nordlichts-Wolken ſich befinden? Wir ſind hier von Beobachtungen verlaſſen; ein Gürtel ewigen Eiſes umgiebt die Werkſtatt, aus der das Meteor hervorgeht und macht ſie völlig unzugänglich; wir müſſen uns alſo mit wahrſcheinlichen Vermuthungen begnügen. Doch haben wir dabei wenigſtens den groſsen Vortheil, daſs wir es mit einfachen und genau beſtimmten Thatſachen zu thun haben, und daſs es blos darauf ankömmt unter den mechaniſchen Urſachen, welche die Natur uns darbietet, diejenige nachzuweiſen, welche nach Analogie von Ort und Wirkung am wahrſcheinlichſten dieſe Thatſachen hervorbringt; eine Lage, die offenbar ſehr verſchieden von der iſt, in die ſich diejenigen Phyſiker verſetzt hatten, von deren Erklärungen des Nordlichts ich im Anfange dieſes Aufſatzes geſprochen habe. Denn ſie unternahmen es, nicht eine einzige und iſolirte Thatſache, ſondern ein ganzes Syſtem zuſammengeſetzter Thatſachen zu erklären, von denen ihnen die am mehrſten charakteriſtiſchen Einzelnheiten, und ſelbſt das Ganze (*l'enſemble*) noch unbekannt waren.

ſons-Bay, die andere in der Gegend von Nova Zemlja liegen. Vulkane giebt es in dieſen beiden Gegenden und in groſsen Entfernungen umher nicht, und hier möchte daher wieder eine ſchwache Seite von Hrn Biot's Erklärung ſeyn, von der ich eine andere ſchon in meiner Nachſchrift S. 41 nachgewieſen zu haben glaube. *Gilb.*

Unterſucht man die geologiſche Beſchaffenheit der Gegenden, welche den Heerd des Nordlichts, wie wir ihn hier beſtimmt haben, umgeben, ſo zeigt ſich, daſs ſie zu allen Zeiten ſchrecklichen Verheerungen von Vulkanen Preis gegeben waren und es noch ſind. (?) Noch jetzt thätige Vulkane brennen im Schoſse des Eiſes rings um dieſe Polar-Zone in den Aleutiſchen Inſeln, in Island, in Kamtſchatka. Wie oft hat nicht ganz Island erbebt, und iſt in ſeiner ganzen Maſſe erſchüttert worden! Lieſt man die Berichte, welche Augenzeugen dieſer groſsen Phänomene erſtattet haben, ſo erkennt man darin mit Erſtaunen eine Menge von Wirkungen, welche mit dem Nordlichte die gröſsten Analogien zu haben ſcheinen. Unaufhörliche electriſche Entladungen, groſse in die Luft anſteigende Garben von Feuer, brennende Kugeln, die, nachdem ſie zu ungeheuren Höhen angeſtiegen ſind, zerplatzen und ihre Bruchſtücke mit ſchrecklichen Exploſionen umher zerſtreuen, und vorzüglich Wolken vulkaniſchen Staubes, welche nicht blos das unglückliche Island umhüllen, ihm das Tageslicht entziehen, und in brennend heiſsem Regen darauf herabfallen, ſondern ſich noch viel weiter in der Atmoſphäre verbreiten, und mit Hagel und Ungewittern gemengt hunderte von Meilen von da auf den Schetländiſchen und den Orkadiſchen Inſeln herabfallen, auf eine ganz ähnliche Weiſe, wie vor 8 Jahren (am 30 April 1812) die Inſel Barbadoes von der Aſche des Vulkans auf St. Vincent bedeckt wurde *).

*) Hr. Biot hatte hierbei, wie er ſagt, das vor Augen, was die gelehrten Isländer *Olaſſen* und *Povelſen* in ihrer „Reiſe durch

So gewaltige Ausbrüche, welche aus Schlünden hervorkommen, die so tief sind, dass sie unter der festen Erdrinde mit einander von einem Ende der Erdkugel bis zum andern in Verbindung zu stehen scheinen, müssen, bei einiger Dauer, über den Schlünden, aus denen sie hervorgehen, heftige Luftzüge und wahre aufsteigende Winde erzeugen, welche den vulkanischen Staub bis zu Höhen mit hinauf zu führen vermögen, die weit über die gewöhnlichen Wolken hinaus liegen. Die

Island, veranstaltet von der königl. Akademie der Wissenschaften zu Kopenhagen," (in den Jahren 1752 bis 1757), von dem fürchterlichen Ausbruche des *Katlegiaa* im J. 1755 erzählen, eines der mit ewigem Eise bedeckten Vulkane Islands, der nicht weit östlich vom Hekla liegt und ihm an Wuth nicht nachsteht. Statt dessen, was er davon nach der französischen Uebersetzung des Hrn Gauthier de la Peyronie anführt, setze ich hierher, was sich davon in der guten deutschen, zu Kopenhagen 1774 in zwei Quartbänden erschienenen Uebersetzung Th. 2 S. 74 findet, unter der Ueberschrift: „Reise nach den Wasser- und Feuer-speienden Eisbergen," von denen, sagen jene Reisenden, Island einige aufweisen kann, die wohl nicht ihres gleichen haben. Sie machten die Reise im J. 1756 um den Katlegiaa zu besteigen, denjenigen dieser Berge, der dem bewohnten Südlande am nächsten ist, zu dessen Krater sie aber, aller Bemühung ungeachtet, nicht hinauf zu gelangen vermochten. Am 17 October 1755 um 10 Uhr fühlte man in Myrdal, welches südlich vom Berge am, oder unweit des Meeres liegt, sehr geschwinde und unordentliche Erdstöße, und darauf erhoben sich mit einem starken Knall aus dem Eisberge, aus 3 nahe bei einander befindlichen Oeffnungen, abwechselnd Feuer und Wasser mit furchtbarem Krachen. Das Feuer behielt die Oberhand und thaute das Eis, womit der Berg bedeckt war, in solcher Geschwin-

gröbſten Theile dieſes Staubes fallen zuerſt wieder herab, die feinſten aber, und vielleicht auch der ſie begleitende Dunſt, verweilen viel länger in der Luft, und können daher vom Winde bis zu ungeheuren Entfernungen über Meer und Länder hinweg getrieben werden. Die Reiſenden, welche Island beſucht haben, erwähnen eine Art trocknen Nebels, der dort die vulkaniſchen Ausbrüche begleitet; man ſieht durch ihn die Sonne nur mit einem matten röthlichen Schein, und

digkeit auf, daſs das ganze Land, in einer Breite von 4 Meilen, vom Katlegiaa ſüdlich bis an die See mit einer Waſſerfluth überſtrömt wurde, die eine unglaubliche Menge Eis in Stükken und Berg-ähnlichen Maſſen, worin Hausgroſse Felſen ſaſſen, mit ſich zur See herabriſs. Als die dicke ſchwarze Rauchwolke zuerſt aufſtieg, fiel ein dichter Hagel von Bimſteinen bis zu 3 Pfund ſchwer, und grauen ſehr harten Steinen, die alle glühend waren. Zuweilen wurden groſse helle Feuerkugeln hoch in die Luft geworfen, wo ſie in unzählbare Stücke zerſprangen und in den entfernteſten Gegenden geſehen wurden. Auf den Steinhagel folgte ein wirklicher Hagel, der ſich von dem gewöhnlichen darin unterſchied, daſs in jedem Hagelkorn etwas Sand oder Aſche eingeſchloſſen war, welche damals die Luft in der Höhe erfüllten. Alles dieſes geſchah den erſten Tag. Die folgende Nacht zeigte der Berg ein eben ſo ſeltenes als ſchreckliches Feuerwerk. Nicht blos die Spitze des Bergs, ſondern auch der ganze Himmel waren voll Feuer und Flammen, und beſonders wenn die Blitzähnlichen Kugeln zerſprangen, war es ſo hell als am Tage. Beſtändig ſtand über dem Berge eine Feuerſäule, die in allerlei Geſtalten und Farben erſchien, und dabei hörte man ſtets ein Brauſen und Krachen und häufiges Knallen, wie von dem gröbſten Geſchütz. Die Luft war überdem mit einem unerträglichen Schwefelgeruch angefüllt, der nebſt der feinen Aſche in Naſe und Mund drang und auf die Bruſt fiel. Den 18ten ward der

er beſteht aus ſo äuſserſt feinen Theilen, daſs er durch die kleinſten Ritzen dringt, und wie die Luft, und mit ihr, in die am ſorgfältigſten verſchloſſenen Räume dringt. Daſs er von ſchwefliger und metalliſcher Natur ſey, leidet keinen Zweifel (?); denn er reizt ſchmerzhaft Augen, Mund und Naſe der Thiere, die ihm ausgeſetzt ſind, und in dem, was ſie aufhuſten und ausſpucken, erſcheint er wie ein ſchwarzes Pulver. Hat ein ſolcher Dunſt nicht alle phyſikaliſchen Eigenſchaften, welche erfordert werden, damit er ſich ſehr weit in der Atmoſphäre verbreite? und ſollte er es nicht ſeyn, der den

Berg ſtill, und ein dicker Nebel nebſt Regen bedeckte ihn und die ganze Gegend. Die folgende Nacht entzündete ſich das Feuerwerk wieder. Ein Nordweſtwind machte am 19ten in Myrdal klares Wetter, ſo daſs man die Rauchſäule voll rother Funken über dem Berge ſah, die die folgende Nacht über alles erhellte; öſtlich von Myrdal blieb es dagegen Tag und Nacht über finſter, und es regnete ſchwarzen Sand und Aſche im ganzen öſtlichen Island; das Knallen war an dieſem Tage oft ſo ſtark, daſs man es 30 Meilen davon im ſüdlichen Island hörte; und an demſelben Tage fiel die Aſche auf Faröe." [In der That, fügt Hr. Biot hinzu, flog die Aſche damals noch viel weiter, als auf die Faröeſchen Inſeln, nämlich bis zu den Schetländſchen und den Orkadiſchen Inſeln, wie aus einem authentiſchen Documente in Arthur Edmonſton's Beſchreibung der Schetländiſchen Inſeln Th. 2 S. 183, und aus dem förmlichen Zeugniſſe des Dr. Barry in ſeiner Geſchichte der Orkaden, deren Bewohner er war, hervorgeht.] — An einer andern Stelle führen die beiden Isländiſchen Reiſenden noch an, am 18 Oct. 1755 ſey über das ganze Isländiſche Nordland, bei nur ſchwachem öſtlichem Winde, ein ganz ungewöhnlicher röthlicher Staubnebel gefallen, den man im Geſicht und in den Augen verſpürte, und über welchem heller Himmel war. *Gilb.*

Geſetzen des Erd-Magnetismus gehorchend und der Luft-Electricität in den nördlichen Gegenden zum Leiter dienend, die Erſcheinungen hervorbringt, welche wir in dem Nordlichte wahrnehmen? Wenigſtens ſcheint die ausnehmend weite Verbreitung deſſelben zu manchen Zeiten, eine Thatſache zu ſeyn, die kaum noch Zweifel zuläſst, da im J. 1783 ganz Europa mit einem Nebel bedeckt geweſen iſt, der völlig dieſelben Charaktere zeigte. Man hat ſich damals durch entſcheidende Verſuche überzeugt, daſs er nicht aus naſſem, ſondern aus trocknem Dunſt beſtand; er hatte einen ſtinkenden und ſchwefligen Geruch; er reizte die Organe der Thiere, die ihm ausgeſetzt waren; und man war überraſcht zu bemerken, daſs ein ſehr heftiger Nord-Weſt-Wind, der auf das erſte Erſcheinen deſſelben folgte, ſtatt ihn zu zerſtreuen, ihn vielmehr dichter machte. Alle Nachrichten ſtimmen dahin überein, daſs er über ganz Europa und über dem Mittelländiſchen Meere verbreitet war, und Reiſende fanden ihn auch auf den höchſten Gipfeln der Alpen. Auf dem Atlantiſchen Meere endigte er ſich aber 100 Lieues von den Küſten, und in Amerika hat man von ihm nichts geſehen; ein Beweis, daſs er an der Axen-Umdrehung der Erde Theil nahm, und daſs er folglich lediglich ein irdiſches Phänomen war *). Nun aber zeichnete ſich das Jahr 1783

*) In dem *Journal de phyſique* 1784. Vol. 24, findet man viele Nachrichten über dieſen ſogenannten *Höhenrauch*: Prof. Toaldo, der ihn in Padua beobachtete, giebt in ſeinem Berichte (daſ. S. 3) wenig Genaues und bemerkt nur im Allgemeinen, daſs es ein trockner Nebel war, der nicht durch Verdünſtung von der Erde aufſtieg, ſondern aus der Atmoſphäre herab kam; wahrſcheinlich ſey er während der Erdbeben, die in demſelben Jahre

durch fürchterliche vulkaniſche Ausbrüche aus, welche Kalabrien verheerten, und das ganze feſte Land Europas, von Island bis zum Aetna, beben machten. Nach einem authentiſchen Berichte, der in den Schriften der Pariſer Akademie gedruckt iſt, und aus dem ich die mehrſten hier angegebnen Beſonderheiten genommen habe, erſchien dieſer dürre Nebel zuerſt in den

Kalabrien und Sicilien verheerten, entſtanden, und durch den Wind über Italien verbreitet worden; und der beſondern Natur deſſelben ſeyen die vielen merkwürdigen Gewitter zuzuſchreiben, die Statt fanden, während er herrſchte. Er giebt darauf Beſchreibungen des Phänomens, wie man es in Frankreich geſehen hat, und in dieſen finden ſich einige Angaben, welche beweiſen, wie ſcharf und reizend der Nebel war. Er ſetzte zum Beiſpiel gegen Ende Juni's während der Nacht auf den Pflanzen eine dicke, klebrige Flüſſigkeit ab, die einen ſtinkenden Geruch hatte, widrig ſchmeckte und ſehr ätzend war. Daſſelbe nahm der Graf Gioeni in Sicilien nach dem Ausbruche des Aetna im J. 1781 wahr (*Philoſ. transact.* for 1782. p. 1). — In demſelben Bande des *Journal de phyſique* findet ſich S. 404 ein Aufſatz Senebier's, der bei der bekannten Wahrheitsliebe dieſes geſchickten Beobachters von beſonderem Werthe iſt. Seine Angaben des Standes des Haar-Hygrometers mitten im Höhenrauch bewieſen offenbar, daſs er nicht feucht war; Sauſſure fand, verſichert er, denſelben Dunſt bis auf die Gipfel der Alpen; und auch er macht auf die ungewöhnliche Menge von Gewittern aufmerkſam, die während deſſelben eintraten. *Während ſeiner Herrſchaft*, ſagt er, *herrſchten die Gewitter.* Er führt an, daſs man dieſen Nebel den groſsen vulkaniſchen Ausbrüchen habe zuſchreiben wollen, welche in dieſem Jahr in Kalabrien, Sicilien und Island Statt gehabt haben, verwirft aber dieſe Meinung mehr jedoch nach hypothetiſchen Anſichten, die aus dem damals noch ſehr unvollkommenen Zuſtande der Chemie hervorgingen, als zu Folge einer gründlichen Erörterung

ſüdlichen Provinzen Frankreichs am 17 Juni, und er dauerte dort ununterbrochen fort bis zum 22 Juli, als endlich mächtige Ungewitter (*orages*) ihn niederſchlugen: aber gerade in den erſten Tagen deſſelben Monats Juni wüthete in Island der heftigſte Ausbruch der Vulkane, deſſen man ſich zu erinnern weiſs. Am 1 Juni fing die Erde an zu beben; am 8 Juni drangen

der Thatſachen. Die vollſtändigſte und gründlichſte Beſchreibung, die mir von dem Höhenrauch des Jahres 1783 vorgekommen iſt, findet ſich am Ende der Schriften der Pariſer Akademie der Wiſſenſchaften auf das J. 1781. Hr. Mourgue de Montredon erzählt darin ſeine eigenen in der Provence angeſtellten Beobachtungen, verzeichnet, ſo zu ſagen, den Gang des Meteors von den nördlichſten Gegenden Europas an, und ſchreibt ihn, dem zu Folge, den vulkaniſchen Ausbrüchen in Island zu, wobei er indeſs als möglich annimmt, daſs die Ausbrüche in Sicilien und in Kalabrien zur Entſtehung deſſelben in den ſüdlichen Gegenden können beigetragen haben. Daſs übrigens dieſer Nebel auch in England bemerkt worden iſt, welches Einige läugneten, beweiſt die ſehr genaue Beſchreibung deſſelben in einem Aufſatze Th. Backer's in den *Philoſ. tranſact.* for 1784. p. 283. Die berühmte Feuerkugel, welche Blagden eben daſelbſt p. 201 beſchrieben hat, erſchien am 18 Auguſt 1783, folglich *während der Dauer des trockenen Nebels, der Europa bedeckte.* *Biot.*

[Die vollſtändigſten Nachrichten von dem merkwürdigen Höhenrauch, welche ſich in den Ephemeriden der Mannheimer meteorol. Geſellſchaft vom J. 1783 finden, ſcheint Hr. Biot nicht gekannt zu haben. Einen belehrenden und aus andern Schriften noch vervollſtändigten Auszug aus denſelben giebt Hr. Prof. Brandes in ſeinen Beiträgen zur Witterungskunde, Leipz. 1820 S. 172 f., wo auch Nachrichten von den Erdbränden, welche damals vom 1 Juni bis 16 Auguſt in Island wütheten, ausgezogen ſind.] *Gilb.*

Rauchſäulen aus mehreren Bergen hervor; eine groſse Anzahl von Kratern, die von einander entfernt liegen, kamen zu einerlei Zeit zum Ausbruch und hüllten die ganze Gegend in dichte Nacht, welche nur von Zeit zu Zeit unter Donnern erſcheinende Blitze, Feuerkugeln und Ströme brennender Lava erhellten. Da nun gerade nach dieſem Zeitpunkte der dürre Nebel ſich im nördlichen Europa zu zeigen anfing, und ſich dann fortſchreitend über die ſüdlicheren Gegenden verbreitete, ſo iſt es wenigſtens wahrſcheinlich, daſs dieſer Nebel aus den feinſten Theilchen des vulkaniſchen Staubes, oder, wenn man will, aus gasartigen Ausflüſſen beſtand, welche Nordwinde bis in unſere Gegenden verſetzten, und die hier in geringerem Maaſse alle Erſcheinungen des Isländiſchen dürren Nebels hervorbrachten *).

Dieſem Dunſte würde alſo nur die Eigenſchaft zu leuchten abgehen, um ihn mit allen Charakteren, die wir in den meteoriſchen Wolken des Nordlichts erkannt haben, ausgerüſtet zu erblicken. Man hat aber in der That wahrgenommen, daſs er in der Nacht einen ſehr merklichen Schein verbreitete **); und damit

*) Ich finde dieſe Thatſachen in dem Artikel *Iceland* der Edinburger Encyclopädie, in welcher jeder ſolcher Artikel von Männern, die in Lagen geweſen ſind, um ſich genau unterrichten zu können, ausgearbeitet wird. Das genaue Zuſammentreffen der Zeit dieſer Ausbrüche und des Erſcheinens des Höhenrauchs in Europa, den die nordweſtlichen Winde dorthin führten, iſt ein ſehr merkwürdiger Umſtand, der mir für dieſe Erörterung von vielem Gewichte zu ſeyn ſcheint. *Biot.* [Aber warum gab es damals keine Nordlichter? *Gilb.*]

**) Nach einem Briefe des Pfarrers zu St. Veran, Namens Roberjot, an Delamètherie in d. Journ. de phyſ. A. 1784. p. 399.

übereinſtimmend haben Einige von den Phyſikern, welche die Eigenthümlichkeiten des Nordlichts zum Gegenſtande ihrer Beobachtungen gemacht hatten, z. B. Mairan und Van Swinden, bemerkt, das dem Erſcheinen des Nordlichts faſt immer ein gewiſſes in der Luft verbreitetes Phosphoresciren vorangeht, das nahe am Horizonte beſonders merklich iſt.

Sollten nicht dieſe Aehnlichkeiten hinreichen es wahrſcheinlich zu machen, daſs in der That die Materie des Nordlichts, welche phosphorescirend und magnetiſch iſt, und von den vulkaniſirteſten Gegenden der Erde zu uns kömmt, nichts anders als eine Maſſe der feinſten Auswürfe der Vulkane im hohen Norden iſt? Es würde dann begreiflich, wie ähnliche Heerde auch am Südpol dieſes Meteor hervorbringen können, wo ebenfalls die magnetiſchen Kräfte im Mittel nach einer Richtung ſenkrecht auf die Oberfläche der Erde wirken, und wo die Luft wegen der Trockenheit, die ſie in der Eiskälte hat, ebenfalls ein ſchlechter Leiter für die Electricität iſt; es würde ferner begreiflich, wie das Nordlicht an Oertern auf unſerer nördlichen Halbkugel manchmal auch am Südhimmel, und nicht immer nur an dem nördlichen Himmel erſcheinen kann, indem die electriſche Erleuchtung der Wolken, aus denen es beſteht, local und zufällig iſt; endlich würde man begreifen, warum man keine regelmäſsige Periode in den Erſcheinungen deſſelben gewahr wird. Doch ich wiederhole es, dieſe letzten Ideen ſind bloſse Inductionen, welche durch die Erfahrung erſt beglaubigt werden müſſen. Um dieſes aber zu thun, muſs man entweder die

Erſcheinungen, die das Nordlicht zeigt, oft und häufig unterſuchen, oder ſich bemühen, die Materie aufzufangen, aus der es beſteht, indem man zu den Zeiten, wenn es niedrig ſteht, papierne Drachen aufſteigen läſst, oder ſich in Luftbällen zu demſelben erhebt. Habe ich mich jedoch nicht in der phyſikaliſchen Analyſe, die ich von dieſem Phänomen gegeben habe, geirrt, ſo iſt hinfüro von Beobachtungen, welche ſich in unſern ſüdlichen Gegenden über die Eigenthümlichkeiten deſſelben anſtellen laſſen, nur wenig Aufſchluſs zu erwarten. Man muſs ſich zur Quelle deſſelben unweit des Pols verfügen, um es genauer zu ſtudiren. Ein einziger in Island, in Spitzbergen, oder im Innern der Baffins-Bay hingebrachter Winter würde uns wahrſcheinlich das enthüllen, was uns in dieſer Hinſicht kennen zu lernen nöthig iſt, und uns zugleich Aufſchlüſſe über mehrere der wichtigſten noch nicht beantworteten Fragen geben, welche ſich über die phyſikaliſche Beſchaffenheit des Erdkörpers aufwerfen laſſen. Glücklich, wem noch jugendliche Kraft erlaubt, eine ſo gefährliche Unternehmung zu wagen! Nichts erfüllt die Seele mit einem edlern und lebhaftern Gefühl, als die Betrachtung der groſsen Phänomene der Natur, wenn ſie unſern Blicken enthüllt, was ſie bisher den Augen anderer noch nicht hatte ſehen laſſen *).

*) Von einem noch jenſeits (weſtlich) der Baffins-Bay in dem Polarmeere hingebrachten Winter, wird ſo eben in London der umſtändliche Bericht des jetzt zum Schiffskapitain erhobenen Lieutenant Parry gedruckt ausgegeben. Mit ſeinen beiden, zum Aufſuchen der Nordweſtlichen Durchfahrt ausgeſchickten

Schiffen, wurde er dort ſchon in der Mitte Septembers 1819 vom Froſte überraſcht, und brachte in einem kleinen Hafen der größten der Inſel-Gruppe Neu-Georgia, zu dem er ſich durch 5 Zoll dickes Eis den Weg bahnen mußte, bis in den eilften Monat in 74° 47′ Breite und 110° 47′ weſtl. Länge von Greenwich zu, (alſo 5° nördlich von der Mündung des von Hearne entdeckten Kupferminen-Fluſſes; und nur noch gegen 55 Längengrade oder 17 Breitengrade öſtlich von dem Meridian der Berings-Straſse), umgeben von 30 Fuſs dickem Eiſe, in einer 56 Tage lang dauernden Nacht, in welcher ſelbſt groſs gedruckte Buchſtaben nicht zu erkennen waren, und bei einer Kälte, die, als ſie am größten war (im Januar) — 52° F. (— 45° R.) betrug. Die Nordlichter ſcheinen indeſs dort etwas beſonders Auffallendes nicht gezeigt zu haben, da in den vorläufig bekannt gewordenen Nachrichten nichts weiter von ihnen geſagt wird, als daſs ſie den Reiſenden in Süden blieben, als ſie ſich, in 100° weſtl. Länge von Greenwich, wo die Neigung der Nadel 86° betrug, 40 Meilen nördlich von dem *magnetiſchen Pole* glaubten, obſchon die Abweichung nur auf 79° geſtiegen ſeyn ſoll. — Daſs Hr. Biot kein Wort darüber ſagt, warum der Höhenrauch im J. 1783 ſich nirgends in Nordlichts-Säulen geordnet und ein Nordlicht dargeſtellt habe, wie es doch hätte geſchehen müſſen, wenn er wirklich die Materie des Nordlichts, und folglich dem Magnetismus unterworfen geweſen wäre, darin glaube ich ein Bekenntniſs zu ſehen, daſs dieſer ſcharfſinniger Phyſiker ſelbſt ſeine Hypotheſe nicht für ausreichend hält, ſondern ſie als Mittel zu etwas Richtigerem zu gelangen betrachtet. Daſs die neuen Entdeckungen über die electriſche Natur des Magnets von weſentlichem Einfluſſe auf die Theorie des Nordlichts ſeyn müſſen, fällt in die Augen.

Gilbert.

IV.

Verdunkelung der Luft in Nordamerika, und ſchwarzer Regen zu Montreal in Canada, am 23. Nov. 1819.

Aus den Amerikaniſchen Zeitungen.

Das dunkle und trübe Wetter, welches wir vor einiger Zeit in dieſer Stadt hatten, iſt über die geſammten vereinigten Staaten Nordamerikas, und über die benachbarten Provinzen verbreitet geweſen. In der Provinz *Maine* (der nördlichſten) war die Finſterniſs zu Zeiten ſehr groſs, und während derſelben hörte man gelegentlich Donnerſchläge und ſah ſehr helle Blitze; das Ausſehen des Himmels war ſo furchtbar, daſs die mehrſten in Schrecken und in Beſorgniſs geriethen. Auch in *Montreal* war die Dunkelheit ſehr ſtark, beſonders an dieſem Sonntag Morgen; die ganze Luft ſchien mit einem Dunſt von ſchmuziger Orangefarbe angefüllt zu ſeyn, und es fiel während deſſen ein Regen, der ſchwarz wie Tinte ausſah, und offenbar mit einer ſchwarzem Ruſs ähnlichen Materie geſchwängert war (*impregnated*). Unter mancherlei Vermuthungen, die man machte, war auch die, daſs ein Vulkan in einer entfernten Gegend ausgebrochen ſey. Es wurde darauf ſchönes Wetter, und dieſes dauerte, bis am nächſten Dienſtag um 12 Uhr ein ſchwerer, nebelartiger Dunſt die ganze Stadt ſo dicht umhüllte, daſs man in allen Häuſern und in den Läden Licht anzünden muſste; ein Furcht und Schrecken erregendes Schauſpiel. Etwas vor 3 Uhr fühlte man einen ſchwachen Stoſs eines Erdbebens, der von einem Getöſe wie entferntes Artillerie-Feuer begleitet war; und nun erreg-

te die erſtaunliche Dunkelheit des Dunſtes allgemeine Aufmerkſamkeit. Als ſie etwa 20 Minuten nach 3 Uhr am allerſtärkſten zu ſeyn ſchien, wurde plötzlich die ganze Stadt von dem hellſten Blitzſtrahl erleuchtet, den man je zu Montreal geſehen hat, und unmittelbar darauf folgte ein fürchterlicher Donnerſchlag, der ſo ſtark und nah war, daſs er die feſteſten Gebäude bis auf den Grund erſchütterte; auf ihn folgten mehrere Donnerſchläge und dieſe waren von einem heftigen Regenguſs begleitet, welcher dieſelbe ſchwarze Farbe als der vorige hatte *). Nach 4 Uhr wurde es heller am Himmel und die Furcht fing an zu ſchwinden; bald darauf entdeckte man Feuer in dem Thurme der franzöſiſchen Kirche in der Notre-Dame Straſse; die Flammen ſchlugen oben zur Spitze heraus, und dieſe ſah durch den Nebel wie ein Leuchtthurm aus, den man auf der See aus der Ferne ſieht. Es gelang erſt zwiſchen 8 und 9 Uhr das Feuer nach groſser Anſtrengung zu löſchen, nachdem um 8 Uhr das eiſerne Kreuz unter fürchterlichem Krachen herabgeſtürzt und in mehrere Stücke zerſprungen war.

*) Hr. Biot beruft ſich am Ende ſeiner Abhandlung über das Nordlicht auf dieſes Meteor, das er erſt nach Vollendung derſelben kennen lernte, als auf ein ſolches, das ſowohl durch ſeine Aehnlichkeit mit den Staubnebeln Islands und dem Höhenrauch von 1783, als durch ſeine Eigenthümlichkeiten, die Ideen über die Materie des Nordlichts, auf welche ihn dieſe Aehnlichkeit geführt habe, auf eine auffallende Weiſe beſtätige. Herr Dr. Chladni war geneigt dieſen verdunkelnden ſchwarzen Dunſt für eine cosmiſche Staubmaſſe zu halten, auf welche die Erde bei ihrem Lauf um die Sonne geſtoſsen ſey, welche Meinung er auch von dem Höhenrauche gefaſst hatte. Die Erdſtöſse, und die Blitze und Donner, ſcheinen eher für Hrn Biot's Meinung zu ſprechen; aber warum zeigten ſich auch hier keine Vertheilung des ſchwarzen Dunſtes in Säulen und kein electriſches Flammenlicht, wenn dieſer dunſtartige Staub wirklich die Materie des Nordlichts wäre. *Gilb.*

V.

Ein Nordlicht geſehen zu Glasgow am 19 Sept. 1817

von Ch. Dupin, Mitgl. d. franz. Inſt.

(Aus einem Briefe an Hrn Arago. *)

Glasgow in Schotland d. 20 Sept. 1817.

Geſtern, etwas vor 9 Uhr Abends, beſuchte ich die neue Glasgow'er Sternwarte, welche auf einem Hügel nordweſtlich vor der Stadt erbaut iſt. Dr. Ure führte mich dahin, deſſen Eifer und Thätigkeit die Sternwarte ihr Entſtehen durch freiwillige Unterzeichnung vorzüglich zu verdanken hat. Sie iſt mit vielen und ſchönen Inſtrumenten ausgerüſtet.

Der Abend war ſchön; Mond und Sterne glänzten ziemlich lebhaft, und als wir auf der Sternwarte ankamen, zeigte ſich hier und da am nördlichen Himmel ein weiſslicher Schein. Er wurde allmählig immer weniger ungewiſs, und erſchien bald beſtimmt als Nordlicht. Wir ſtiegen nun auf die obere Terraſſe der Sternwarte, um mit einem Blick alle leuchtende Stellen zu überſehen. Es war das erſte Mal, daſs ich die-

*) Abgedruckt in den *Annal. de chim. et de phyſ.* t. 6. Ich ſetze dieſe Beſchreibung als eine der neueſten eines Nordlichts, und als von einem an das genaue Bemerken gewöhnten Gelehrten, hierher, damit der Leſer das Vergnügen haben möge, Herrn Biot's Hypotheſe an ihr, während er ſie noch friſch im Gedächtniſſe hat, zu prüfen. Gilb.

ſes erhabene Schauſpiel genoſs, das mich mit unausſprechlichem Erſtaunen und Ergötzen erfüllte, und ich bin ſo glücklich geweſen eine der ſchönſten Erſcheinungen, die in dieſen Gegenden wahrzunehmen iſt, zu ſehen.

Das Licht war über einen Raum nach Norden hin verbreitet, den ein Vertikalkreis begränzte, deſſen Ebene beinahe ſenkrecht auf die Richtung der Magnetnadel war. Das Zenith war die am mindeſten lichte Stelle und ſchien ein Mittelpunkt zu ſeyn, von wo aus die Strahlenbündel (*faisceaux*) ſich entwickelten, indem ſie immer glänzender wurden, je mehr ſie ſich dem Horizonte näherten; doch kamen ſie nie bis zu ihm herab, ſondern endigten ſich unregelmäſsig in einer Höhe von 15 bis 20°, indem ſie einen eckigen Umfang bildeten, nach Art der Glorien, womit die Mahler und Bildhauer den Thron der Gottheit zu umgeben pflegen *).

Am merkwürdigſten war mir das Spiel der Strahlen und die Wellenbewegung in ihrem Lichte. Dieſe Strahlen waren in breiten Gruppen gebildet, die ſich bald einander näherten, bald von einander entfernten; ſich manchmal in Maſſe zu erheben, manchmal wie

*) *en préſentant un contour anguleux, comme ces gloires* ... Hrn Dupin ſcheint das Nordlicht eine ganz fremde Erſcheinung auch in ſo fern geweſen zu ſeyn, daſs er vermuthlich noch keine Beſchreibung eines ziemlich vollſtändigen Nordlichts geleſen hatte; daher die ganz eigene und auffallende Art, wie er das Geſehene beſchreibt. Sein *Contour anguleux* war wahrſcheinlich der den Horizont durchſchneidende Lichtbogen, der bis zu einer Höhe von 20 Grad aufſtieg; die Strahlen gingen wahrſcheinlich nicht vom Zenith aus nach dem-

ein Regen von Licht herabzukommen ſchienen. Unabhängig von dieſen allgemeinen Bewegungen gab es in jedem Strahlen-Bündel eine Bewegung zur Seite (*un mouvement latéral*), welche man durch die gröſsere oder geringere Intenſität der parallelen Strahlen erkannte; man ſah daher die mehr oder minder leuchtenden Theile parallel fortſchreiten, wie regelmäſsige Wellen. Noch merkwürdiger war es, daſs ſich oft in demſelben Strahlenbündel zwei Wellenbewegungen in entgegengeſetzten Richtungen zeigten, ſo daſs die Nüanzen von Schatten und von Licht regelmäſsig in entgegengeſetzten Richtungen übereinander fortgingen, ohne ſich zu vermiſchen, ſo wie das zwei Wellenbewegungen auf der Oberfläche einer Flüſſigkeit in dem Augenblicke thun können, in welchem die Oberflächen entgegengeſetzter Wellen auf einander treffen.

Das Licht war im Ganzen ſilberweiſs, oder ein wenig orangefarben; doch zeigten ſich an den unteren Enden der Strahlenbündel einige prismatiſche Farben, wie roth, gelb und blau; ein ſchwaches Grün nur ein einziges Mal.

ſelben, ſondern umgekehrt von dieſem Bogen nach dem Zenith zu, ohne es zu erreichen. Den eckigen, vielleicht unterbrochenen oder Stellenweiſe mehrfachen Bogen würde er dann auch wahrſcheinlich nicht mit einer Glorie verglichen haben, da man mit dieſem Ausdruck die Lichterſcheinung zu bezeichnen pflegt, die da, wo die Neigungs-Nadel verlängert den Himmel durchſchneidet, von den ſich durchkreuzenden Flammen des Nordlichts, wenn ſie über das Zenith hinaus gehen, den Heiligenſcheinen ähnlich, gebildet zu werden pflegt. *Gilb.*

Während der erſten 20 Minuten waren die Erſcheinungen des Nordlichts nur ſchwach; während der folgenden 25 Minuten aber glänzend und beſtändig wechſelnd, und alsdann verſchwand das Licht durch unmerkliches Abnehmen. Zuerſt hörte das Schieſsen der Strahlenbündel (*la projection des faisceaux*) und ihre Bewegung nach der Seite auf; dann verlöſchte die geradlinige Geſtalt der Strahlen, und es blieb am Himmel nichts als ein blaſſer Schein, dem der Milchſtraſse ähnlich, der unten von einem groſsen nach der Erde zu hohlen Kreisbogen begränzt wurde. Und auch dieſes Licht hörte auf ſichtbar zu ſeyn, ungefähr 1 Stunde nachdem es am glänzendſten geweſen war.

Der Himmel ſchien nicht durchſichtig genug zu ſeyn, daſs man annehmen könnte, er ſey ohne allem Dunſt geweſen, aber Wolken ſah man nicht: eine einzige, ziemlich kleine, die ſich in der Himmelshälfte befand, welche das Nordlicht einnahm, ſchien eine Art von Klippe zu ſeyn, an der die Lichtbündel ſtehen blieben und deren Ränder ſie blos etwas auszackten (?). Man ſah die Sterne deutlich in den Zwiſchenräumen zwiſchen den Strahlen, ſelbſt in den Zeitpunkten, wenn dieſe am lebhafteſten waren; aber unter den Bündeln bis zum Horizonte war der Himmel ſchwärzlich und hier ſah man die Sterne nur mit Schwierigkeit.

VI.

Das Schwungrad am Berghaſpel betreffend,

von dem

Berg-Commiſſions-Rath von Busse in Freiberg.

1. Da ein Haſpelknecht, wenn er die Kurbel umdreht, längs *einiger* Bogen weit vortheilhafter als in dem andern zu drucken vermag, ſo iſt es ſchon deshalb rathſam, daſs er ſeine Anſtrengung an den unbequemen Stellen nicht vergeude, ſondern für die vortheilhaftern aufſpare. Da es ferner die Erfahrung lehrt, wie ſie mir zuvörderſt bei den Druckbäumen der Brandſpritzen ſich aufgedrungen hat, daſs es für die Kraftanwendung unſerer Muskeln ungemein zuträglich iſt, wenn Anſtrengung und Ausruhen oft ſich wechſeln; ſo iſt es auch in dieſer Hinſicht zu wünſchen, daſs man dem Haſpelknechte die Lehre geben könne, *er ſolle nur in ſolchen Bogen des Arbeitskreiſes, wo es ihm bequem fällt, mit vollem Ernſte aufdrücken, in den übrigen Bogen weniger zu wirken ſuchen, auch in einigen ſeine Hände ohne allen Druck die Spille verfolgen laſſen.*

2. Dieſer Rath aber findet insbeſondere bei dem einmänniſchen Haſpel nicht Statt, wenn er nicht mit einem Schwungrade verſehen iſt; weil das Trägheitsmoment ſeines Rundbaumes und ſeiner Kurbel, *ſammt*

dem Trägheitsmomente ſeines *leeren* und *vollen Kübels mit dem Seile*, nicht vermögen würde, die Bewegung mit hinreichender Geſchwindigkeit fortzuſetzen, wenn der Arbeiter auch nur einige Zeit hindurch völlig nachlaſſen wollte.

3. Denn wenn ſo eben, da der Arbeiter zu drükken aufhört, die Geſchwindigkeit im Kraftpunkte $= c$ iſt, würde nach t Secunden die Geſchwindigkeit deſſelben nur noch $v = c - 2g \frac{L+H}{M} . t$ ſeyn, wenn g das Beſchleunigungsmaſs der conſtanten Schwerkraft, $= 17{,}377$ Leipziger Fuſs, und L nebſt H die Drukkungen bedeutet, welche Laſt nebſt Bewegungs-Hinderniſs der Bewegung des Kraftpunktes entgegen ſetzen, M aber das Gewicht der ſämmtlichen bewegten Maſſen, vermittelſt ihrer Trägheitsmomente ebenfalls auf den Kraftpunkt reducirt. Weil nämlich die Bewegungs-Hinderniſſe, Widerſtand der Friction und der Seilesbiegung, mit Recht als conſtant, von der Geſchwindigkeit unabhängig, betrachtet werden, auch für L nur der volle weniger dem leerem Kübel angerechnet, und die etwas veränderliche, aber unbeträchtliche Seileslaſtung unbeachtet gelaſſen wird, damit das ganze $L+H$ conſtant bleibe, M aber hier (das Trägheitsmoment der menſchlichen Arme beſeitigt) auch conſtant bleibt: ſo hat man nicht nöthig, zuvörderſt die Differenzial-Gleichung zwiſchen dv und dt anzuſtellen, ſondern es kann in dieſer Hinſicht die Aufgabe elementariſch behandelt werden. Eben deshalb iſt es auch ohne Differenzial- und Integral-Rechnung ſchon klar, daſs

$$s = ct - g\frac{L+H}{M}tt$$

ſeyn muſs, wenn s die während t Secunden durchlaufene Bogenlänge des Kraftpunktes bedeutet, ohne während dieſer Zeit irgend einen neuen Kraftdruck empfangen zu haben.

4. Der Hr. Rath Magold in ſeinem Lehrbuche Bd. 5, und Hr. Prof. Hecht in dieſen *Annalen* 1820 St. 4 nehmen nun an, daſs man ein gehöriges Schwungrad angebracht habe, wenn man dadurch das Trägheitsmoment der Maſchine dergeſtalt vergröſsert hat, daſs (a den Halbmeſſer des Kraftkreiſes bedeutend) $s = N\pi\, 2a$ mit $v = o$ geworden ſey, alſo der Kraftpunkt wegen Trägheit der Maſſen ohne neue Kraft noch N Umläufe vollenden würde, wobei dann der Erſtere nur $N = \frac{1}{2}$, der Andere dagegen $N = \frac{2}{10}$ verlangt.

Wenn ich dieſe Forderung für zwecktreffend hielte, ſo würde ich die Rechnung um ein ziemliches kürzer und einleuchtender, als es dort geſchehen iſt, auf folgende Weiſe abthun.

5. Vermittelſt des Schwungringes werde M um X vermehrt, und der Schwungring ſo eingerichtet gefordert, daſs man die durch ihn vermehrte Zapfenfriction, vorläufig wenigſtens, nicht mit anzurechnen habe. So hat man (v' und s' das durch den Schwungring vergröſserte v und s bedeutend),

$$v' = c - 2g\frac{L+H}{M+X} \text{ und } s' = ct - g\frac{L+H}{M+X}tt.$$

Da nun für $v' = o$ ſich $t = \frac{c}{2g}\cdot\frac{M+X}{L+H}$ ergiebt,

und dann $s' = N\pi 2a$ seyn soll: so muss

$X = \frac{N\pi 2a\,4g}{cc}(L+H) - M$ gemacht werden.

6. Es sey nun $2a = 3$ Fuss und $N = \frac{2}{15}$, auch ebenfalls mit Herrn Prof. Hecht dessen p (also mein $L+H$) $= 29$ Pfund, und es werde auch dessen v (mein c) $= 3{,}9$ Fuss gegeben (obgleich dieses für einen bewaffneten Haspel eine auch im vortheilhaftesten Kraftacte schwerlich zu erreichende Geschwindigkeit ist): so hat man

$$M+X = \frac{9\cdot 3{,}14\cdot 3\cdot 4\cdot 17{,}377}{16\cdot 3{,}9\cdot 3{,}9}29 = \frac{3{,}14\cdot 3\cdot 17{,}377}{4\cdot 1{,}3\cdot 1{,}3}29$$

$$= \frac{3{,}14\cdot 17{,}377}{6{,}67}87 = 702{,}6 \text{ Pfd.}$$

Um M zu finden, nehme ich mit Herrn Hecht:

1) des Rundbaumes Trägheitsmoment $= \frac{80}{2}\cdot\frac{1\cdot 1}{3\cdot 3} = 4{,}44$

2) des Haspelhornes Trägheitsmoment (obgleich etwas zu gross) $= 22{,}50$

überdiess aber auch 3) das Trägheitsmoment des Seiles $= 5$ Pfd., sammt seines leeren und vollen Kübels (40 + 140) Pfd., also $185\cdot 0{,}386^2$ *) $= 28{,}86$

Ueberhaupt $= 55{,}80$

Also das den sämmtlichen bewegten Massen im Kraftpunkte gleichgiltige $M = \frac{55{,}8\cdot 2\cdot 2}{3\cdot 3} = 24{,}8$ Pfd., und demnach $X = 702{,}6 - 24{,}8 = 678$.

Das Trägheits-Moment dieser Masse wäre also $678\cdot\frac{9}{4} = 1525$. Das Schwungrad des Herrn Prof. Hecht,

*) Gerade dieser beträchtlichste Theil des Trägheits-Momentes ist von Hrn Prof. Hecht vergessen worden.

ſcheint mir, ſeine eignen Berechnungen mit benutzt, nur 1294, alſo um 231 zu wenig Moment zu gewähren, *obgleich von Ihm das Trägheits-Moment der Kübel, ſammt Seil und Förderungs-Maſſe gar nicht beachtet iſt.*

7. In den Annalen a. a. O. S. 417, und eben ſo in Magold's mathemat. Lehrbuche Theil 5. S. 468 heiſst es, daſs man die dicken Schwungringe wegen des Widerſtandes der Luft vermeiden müſſe. Aber der ſolide Ring ſelbſt hat ja, da er den Raum, welchen er durchſchwingt, immerfort durchaus ausfüllt, gerade gar keinen Widerſtand von der Luft zu leiden; und gegen ſeine Arme iſt dieſer ſo unbeträchtlich, daſs er der Erwähnung nicht verdient, obgleich in einem etwanigen allgemeineren Lehrvortrage, wegen anderer ſehr groſsen oder ſehr ſchnell umlaufenden Schwungmaſſen allerdings auch an jenen Widerſtand muſs erinnert werden.

An dem einmänniſchen Berghaſpel würde ein Schwungring von Holz ſo dick und ſo breit ausfallen, daſs er dadurch gar zu vielen Raum einnähme, auch wenn man ihm 6 Fuſs im Durchmeſſer geben wollte, welches ſelten einen ſchicklichen Platz finden würde.

Die weſentliche Urſach aber, weshalb die ganze obige Rechnung für die Anwendung wenig nützen kann, iſt darin zu ſuchen, daſs es nicht blos darauf ankommt, wie viel Bogen das Haſpelhorn vermöge der Trägheit durchlaufen würde, bis der Arbeiter aufs neue drücken ſoll, ſondern welche Geſchwindigkeit dann das Horn noch an ſich habe!

Man nehme wie vorhin die beiden Gleichungen

$v' = c - 2g\frac{L+H}{M+X}t$ und $s' = ct - g\frac{L+H}{M+X}tt$

vor Augen, und verlange vorläufig, dafs $v' = \frac{c}{2}$ seyn solle am Ende der $t$ten Secunde, während welcher der Bogen $s' = N\pi . 2a = 3 . \pi N$ Fufs durchlaufen ist: so hat man $\frac{c}{2} = c - 2g\frac{L+H}{M+X}t$, also $t = \frac{c}{4g} \cdot \frac{M+X}{L+H}$; demnach $3\pi N = \frac{3.cc}{4.4g} \cdot \frac{M+X}{L+H}$, also $X = \pi N . \frac{4 \cdot 4g}{cc}(L+H) - M$

Es werde nun, ebenfalls nur nach leichtem, ungefähren Ueberschlage, $L + H = 29$ und $M = 25$ Pfd. gefunden; die Geschwindigkeit c aber werde immerhin noch hoch genug, um als $c = 3{,}5$ Fufs, und N, noch grofs genug, $= \frac{1}{4}$ angesetzt, indem doch selbst der einmännische Haspel durch mehr als etwa 90 Grad ohne neuen Kraftdruck nicht wird umzulaufen haben: so hat man ungefähr $X = 3 . \frac{4 . 17{,}377}{3{,}5 . 3{,}5} \cdot 29 - 25 = 517 - 25 = 492$.

Sollte und könnte nun die Masse im Schwungringe dergestalt angebracht werden, dafs sie sämmtlich um 1,5 Fufs, wie der Kraftpunkt, von der Drehaxe entfernt wäre, so müfste der Ring wirklich 492 Pfd. wiegen, würde also etwa $\frac{1}{4} . 492 = 123$ Pfd. *Frictionswiderstand* am Zapfen verursachen, und dafür im Kraftpunkte den Kraftaufwand $123 . \frac{0{,}5''}{18''}$, ungefähr $3\frac{1}{2}$ Pfd. erfordern, welches mehr als den 9ten Theil von der sämmtlichen Kraft des Haspelknechtes ausmachen würde!

Aus *dieſem Grunde* iſt man genöthiget, dem Schwungringe eine gröſsere Entfernung von der Axe zu geben. Wenn ſein kleiner Halbmeſſer $= r$, ſein gröſserer $= R$ heiſst, ſo iſt bekanntlich $\sqrt{(r^2 + R^2)}$ der mittlere Halbmeſſer für ſein Trägheitsmoment. Wäre nun dieſer $= 2$ Fuſs, ſo brauchte er nur noch $49^2 \cdot \frac{3.3}{2.2.2.2} = 49^2 \cdot \frac{9}{16}$, alſo etwa halb ſo viel Maſſe als vorhin zu haben, und ſo würde auch ſeine Friction um die Hälfte vermindert werden.

Man denke ſich nunmehr ein hölzernes Geſtellrad angebracht, deſſen äuſserer Umfang um 2 Fuſs von der Axe entfernt und breit genug ſey, um mit Rollblei $\frac{1}{3}$ Fuſs breit umlegt zu werden. Da der Kubikfuſs Blei ungefähr 555 Pfd. wiegt, ſo wird dieſes Blei, x Fuſs dick aufgelegt, noch über $\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot 4x \cdot 555$, alſo über $4 \cdot 555 \cdot x$ Pfd. wiegen.

Noch mehr wird deſſen Trägheitsmoment über $4.555.x.2.2$ hinausgehen, alſo die im Kraftpunkt ihm gleichgültige Maſſe mehr als $4.555.x.\frac{2.2.4}{9}$ Pfd. betragen. Soll nun dieſes (indem wir von den obigen 492 Pfund etwa 42 Pfund für das hölzerne Geſtellrad abrechnen) noch $= 450$ Pfund ſeyn, ſo muſs $x = \frac{9.49^2}{4.555.4.4}$ Fuſs, das iſt etwa $1\frac{1}{3}$ Zoll, ſeyn.

Durch ſolch eine leichte, ungefähre Berechnung ſind wir gewiſs, für einen einmänniſchen Haſpel ein *ſchickliches Geſtellrad* für den Schwungring vorgerichtet zu haben, wenn ſein Kranz 4 Fuſs im gröſsten Durchmeſſer, und ſo viel Breite hat, daſs man ihn mit 4 Zoll breitem Rollblei umlegen kann; indem eben

dieſe Rechnung zugleich angiebt, daſs etwa $\frac{1}{4}$ Zoll Bleidicke hinreichend ſey, um das Haſpelhorn etwa 90 Grad hindurch dergeſtalt fortzutreiben, daſs deſſen anfängliche Geſchwindigkeit $c = 3{,}5$ Fuſs während dieſes Fortlaufens höchſtens bis auf $\frac{c}{2} = \frac{3{,}5}{2}$ Fuſs verringert werde, und es *übrigens durch Verſuche auszumitteln* iſt, *ob die Arbeit etwa noch beſſer fördere, wenn man noch etwas mehr Blei aufgelegt hat!*

Ich behaupte, daſs dieſes durch Verſuche auszumitteln ſey. Denn ſelbſt auch wenn man lauter Arbeiter von einerlei Kraft und Körperbau anzuſtellen hätte, ſo würde man ihnen doch nicht ganz zu ſagen wiſſen, in welchen Punkten des Umlaufes ſie zu drükken anfangen und aufhören ſollen, und noch weniger wird man die vortheilhafteſte Gröſse des Geſchwindigkeits-Wechſels zu beſtimmen wiſſen. Denn einem, der etwas ſchwerfällige Arme hat, wird es erwünſcht ſeyn, daſs er in ihrer Geſchwindigkeit nicht viel zu ändern habe. Ein anderer wird es gern haben, daſs er nach ziemlich verminderter Geſchwindigkeit etwas plötzlicher einzuwirken habe. An der Zeit, wird man ſagen, geht deſto weniger vorloren, je weniger die Geſchwindigkeit wechſelt! Aber das kann ja nur von derjenigen Zeit gelten, in welcher die Umlaufszeit beharrlich iſt. Der einmännische Haſpel fördert durch ſo unbeträchtliche Höhen, daſs ſeine *Beſchleunigung im Umfange* und ſeine *Verzögerung am Ende* des Aufwindens, zwei beträchtliche Theile der ganzen Aufwindungszeit ausmachen, und *dadurch Zeitverluſt* verurſachen würden, wenn man dem Schwungringe

ein ſehr betrachtliches Trägheits-Moment verſchaffen wollte. Ueberdieſs aber muſs man mit dem Trägheitsmomente lieber zu wenig als zu viel thun; damit der Arbeiter nicht gar zu viel von ſeiner Herrſchaft über dem Haſpel verliere, falls es durch dieſen und jenen Vorfall rathſam wird, ihn eiligſt in Ruhe zu bringen.

Polhem's Meinungen vom Schwungrade, nach welchen die Länge eines gewiſſen Schwingungs-Halbmeſſers, wie bei dem Pendel, für die Umlaufszeit zu beachten ſeyn ſoll, würden freilich einen Büſch, Mönnich, und noch neuerlicher, da jene in Deutſchland ſchon zurück gewieſen waren, einen Nordwall in Schweden, nicht zu ganz unſtatthaften, völlig ungegründeten Lehren haben verleiten können, wenn ſie ebenfalls, wie Herr Magöld und Herr Hecht und andere Mathematiker in Deutſchland, die Bewegung des Schwungrades nach wahrer Mechanik zu beurtheilen geſucht hätten: übrigens aber dürften Polhem's Anhänger, denen als ſolchen die höhere, wahre Mechanik nicht gehörig bekannt iſt, mit Recht erwiedern können, daſs mit ihrer eigenen Erfahrung jene Beurtheilung und Berechnung durch die höhere Mechanik nicht übereinſtimme. In dieſer Hinſicht ſchien es mir rathſam, bei Zeiten hier einzugeſtehen: *bei einigen Maſchinen, und namentlich auch bei dem einmänniſchen Berghaſpel, iſt das beſte Schwungrad von ſolchen ſchlüpfrichen Gründen abhängig, daſs es rathſam iſt, nur die ungefähre Gröſse und Maſſe deſſelben durch vorläufige Rechnung zu beſtimmen, die übrige Ausmittelung dagegen den Verſuchen zu überlaſſen.* Das Rollblei ſcheint mir, für den hier behandelten Haſpel und die dahin gehörigen Verſuche ſehr geſchickt, weil man ſehr bequem davon in ganzen, halben und Viertel-Umfängen hinzuthun, auch wegnehmen kann; indem dieſe Streifen durch Nägel mit breiten Köpfen und noch breiteren Unterlagen ſehr bequem und hinreichend haltbar können aufgenagelt werden.

VII.

Graf Buquoy an Herrn Doctor und Professor Gilbert in Leipzig.

Meine seit mehreren Jahren fortgesetzten Bemühungen im Gebiete der höheren Analysis, wesentlich dahin zielend, die Integralrechnung *allgemeineren* Methoden zu unterwerfen, als bisher, so wie zugleich den Schwierigkeiten der *Irrationalität* und *Transcendenz* so mancher Ausdrücke bei deren Anwendungen abzuhelfen; diese Bemühungen haben mich mit mehreren nützlichen Resultaten belohnt, die ich bisher blos in Manuscripten zum eigenen Gebrauche verwendete. Ich will sie nunmehro nach und nach bekannt machen, und habe zu diesem Ende kürzlich den Anfang gemacht, und zwar durch eine kleine Abhandlung unter dem Titel: *Eine neue Methode für den Infinitesimalkalkül, nämlich die umgekehrte Ableitung der Functionen (dérivation inverse)*, worin ich unter andern auf folgende Resultate gelange, welche, wegen schnellerer Verbreitung unter dem mathematischen Publikum, in Ihren geschätzten Annalen wohl nicht am unrechten Orte stehen möchten.

$$\log \text{nat } x = m\left(\frac{x^{\frac{1}{m}} - 1}{x^{\frac{1}{m}}}\right),$$

welches um so richtiger ist, je gröfser der Werth von

m angenommen wird, jedoch muſs m immer noch einen *endlichen* Werth beibehalten.

Es iſt für alle Bögen von 0° bis 45° und von 180° bis 135°, oder für alle Cosinuſſe von $\pm$ 1 bis $\pm$ 0,7071068

$$s = \text{Arc Cos } u = m\pi \pm 0{,}3351851 \,.\, (1-u^2)^{\frac{1}{2}}\,(4-u),$$

worin der gröſste Fehler betragen kann $\frac{1}{180}$,

und für alle Bögen von 45° bis 90°, und von 135 bis 90°, oder für alle Cosinuſſe von $\pm$ 0,7071068 bis 0

$$s = \text{Arc Cos } u = m\pi \pm 1{,}57079633 \mp 0{,}3351851 \,.\, u\left(4-(1-u^2)^{\frac{1}{2}}\right),$$

worin ſchon das Tranſcendente enthalten iſt. Hier drückt π die halbe rectificirte Peripherie aus $= 3{,}14159266$, und m jede gerade (0, 2, 4, . . .) oder ungerade (1, 3, 5, 7, . . .) Zahl, je nachdem $u = +$ oder $= -$ iſt; jedoch wird in allen Fällen $u = +$ ſubſtituirt, es mag deſſen Werth poſitiv oder negativ gegeben ſeyn.

Es iſt $\cos(m\pi \pm s) = 1 + \frac{s^4}{32} - \frac{s^2}{2}$,

$\cos(m\pi \pm s) = -1 + \frac{s^4}{32} + \frac{s^2}{2}$,

worin $m = 0, 2, 4, 6, 8, \ldots$, dann $= 1, 3, 5, 7, \ldots$, gültig von 0° bis $\pm$ 45° und von 135° bis 225°. Der gröſste Fehler kann hier betragen $= \frac{1}{180}$.

Für $s > 45°$ ſetzen wir

$$\text{Cos}(m\pi \pm s) = \frac{\pi}{2} \mp s + \tfrac{1}{6}\left(\frac{\pi}{2} - s\right)^3 \mp \tfrac{1}{120}\left(\frac{\pi}{2} - s\right)^5,$$

$$\text{Cos}(m\pi \pm s) = -\cos(m\pi \pm s) = \text{u. ſ. w.},$$

woſelbſt die fünfte Potenz vernachläſſigt werden darf, wenn s von $\frac{\pi}{2}$ nicht ſehr abweicht, welche Gleichungen gültig ſind von $\pm$ 45° bis $\pm$ 90° und von 90° bis 135°, dann von 225° bis 270° u. ſ. w., wobei der gröſste Fehler betragen kann $= \frac{1}{1200}$.

VIII.

Reſultate aus den zu Karlsruhe angeſtellten Witterungs-Beobachtungen vom J. 1819, und den 19 vorhergehenden Jahren,

von dem Hofrath Böckmann, Prof. d. Phyſik.

Art der Beobachtung und Inſtrumente waren dieſelben, wie ſeit vielen Jahren. Die Beobachtungen geſchahen Morgens im Winter zwiſchen 7 und 8, im Sommer zwiſchen ½ 6 und ½ 7 Uhr, Mittags zwiſchen 2 und 3, Nachts zwiſchen 10 und 11 Uhr. Die meteorologiſchen Inſtrumente ſind von beſonderer Güte; der Vernier des Barometers giebt Zehntheile einer Linie alt franzöſ. Maſſes an; und dem Stande des feſten Thermometers gemäſs wird der Queckſilberſtand auf die Normal-Temperatur von 10° Reaumur, reducirt, zwar nicht bei den täglichen, wohl aber bei den monatlichen und jährlichen allgemeinen Reſultaten. Da das Barometer in einem Zimmer hängt, welches beſtändig bewohnt wird, ſo läſst ſich die Temperatur zu 15° R. annehmen, und darnach der Barometerſtand nöthigenfalls durch Subtr. von 0,3 bis 0,4 Lin. auf die Normaltemperatur bringen. Das Niveau des Barometers befindet ſich 19 Fuſs über dem Pflaſter des Marktplatzes. Das *Reaumur'ſche Thermometer* hängt im Schatten, frei gegen Norden, und das *de Luc'ſche Fiſchbein-Hygrometer* zunächſt bei demſelben. Die

ichtung des *Windes* wird nach den beſten Fahnen r Stadt und nach dem Zug der Wolken, oder nach r Richtung des aufſteigenden Rauches, beſtimmt. ie *Regen-* und *Verdünſtungs-Meſſer* haben einen uadratfuſs Oberfläche.

Barometer: Gröſste Höhe, 28″ 4,38‴ am 2 Ja- ıar Morgens bei Nordwind, trübem Himmel, und ei- r Temperatur von 0,5°. *Geringſte* Höhe 27″ 2,25‴ ı 21 November Mittags, bei Südweſtwind, Regen, ıauwetter, und + 5,7° R. *Veränderung* 14,13‴. *ittlere* Barometerhöhe 27″ 9,81‴; alſo um 0,11‴ her als gewöhnlich.

Thermometer: Gröſste Wärme am 6 Juli Nach- ıttags 27,6° im Schatten; eine gröſsere Hitze wurde er unter andern beobachtet, 1783 am 3 Aug. 29,3°, 98 am 4 Aug. 28°, 1800 am 19 Aug. 28,7°, 1802 am Aug. 27,7°, 1804 am 6 Juni 27,7°, 1807 am 13 Juli °, und 1818 am 25 Juli 28,6°. Die *gröſste Kälte* be- ıg am 8 Januar Morgens — 6,4°; wir hatten 1785 ı 1 März — 15,7°; 1776 am 29 Jan. — 16,2°; 1784 ı 31 Jan. — 17,5°; 1788 am 18 Dec. — 18,5°; 1783 ı 30 Dec. — 19°; und 1798 am 26 Dec. — 20° R. lte. *Temperatur-Veränderung* 34°. *Mittlere Tem- ratur* + 8,8°; ſie war in den 19 vorhergehenden hren folgende:

1800	8,2°	1806	9,1°	1812	7,2°
1801	9,2	1807	8,5	1813	8,1
1802	8,3	1808	7,4	1814	7,7
1803	7,5	1809	8,0	1815	8,5
1804	8,0	1810	7,8	1816	7,2
1805	7,3	1811	9,3	1817	8,2
				1818	8,3

Die *mittleren Temperaturen der einzelnen*

	Januar	Febr.	März	April	Mai
[illegible]	+2,3°	−0,4°	2,1°	11,5°	13,8°
[illegible]	+3,0	+2,6	6,2	10,5	13,1
[illegible]	−3,0	+2,4	5,2	9,1	11,4
[illegible]	−1,5	+0,9	3,0	9,4	9,5
1804	+4,3	+0,5	3,0	7,8	13,0
1805	−1,6	+1,3	3,4	7,3	10,7
1806	+3,9	+3,8	4,8	6,0	13,9
1807	−0,1	+3,1	1,6	6,9	13,5
1808	+1,2	+0,7	0,8	6,5	14,8
1809	+1,4	+4,0	4,9	5,2	12,8
1810	−5,0	−0,9	5,6	8,1	11,8
1811	−2,8	+3,1	7,2	10,1	14,7
1812	−2,3	+3,4	4,2	5,3	13,2
1813	−1,0	+4,1	4,9	9,8	12,6
1814	−1,9	−1,2	3,4	9,9	11,0
1815	−2,5	+4,3	7,0	9,0	13,5
1816	+1,2	0,0	4,1	8,6	14,2
1817	+3,4	+4,1	4,0	5,3	10,6
1818	+2,7	+3,0	4,9	9,9	10,1
1819	+1,7	+3,3	5,1	9,8	12,9
Mittel von 1800 bis 1820	+0,1	+2,0	4,2	8,2	12,7

Dieſe 20 Jahre geben für Karlsruhe eine mittlere jährliche Wärme von 8,1°. Mithin war das Jahr 1819 um 0,6° wärmer als ein gewöhnliches Jahr. Mit Ausnahme des Monats November waren alle übrigen Monate wärmer als gewöhnlich, es war dies beſonders der Fall im Januar, Februar, März, April, Juli, Auguſt und September; die Temperatur der Monate Mai, October und December waren der gewöhnlichen ganz, oder ſehr nahe, gleich.

Hygrometer: Gröſste Feuchtigkeit am 25 März Nachts, und 20 Juli Nachts 97°. Gröſste Trockne am 10 Mai Mittags 26°. Veränderung 71°. Mittlere Feuchtigkeit 60°.

Monate waren in dieſen 20 Jahren folgende:

Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
12,2°	14,6°	16,8°	13,4°	7,8°	5,3°	+1,5°
13,8	15,5	15,0	13,3	9,2	5,4	+3,5
15,2	14,6	17,2	12,4	9,5	3,7	+1,9
13,6	16,3	16,0	9,2	7,2	4,5	+3,3
13,8	15,0	14,1	12,6	9,1	4,0	+1,2
13,7	14,5	14,1	12,6	6,1	1,2	+0,9
14,2	15,7	15,4	11,9	7,7	5,7	+6,1
14,0	18,0	18,5	10,8	9,6	5,2	+0,9
14,9	17,6	16,2	12,0	7,0	4,0	−2,4
13,9	15,1	15,1	11,1	6,9	2,2	+3,3
13,8	15,2	14,9	14,2	8,2	5,0	+3,1
16,0	16,4	15,4	15,2	11,1	5,7	+1,8
13,9	14,1	14,9	12,5	9,6	2,8	−2,5
13,9	14,0	13,6	11,5	8,5	3,9	+0,3
12,7	15,9	14,4	11,6	7,6	5,0	+4,0
13,9	14,0	14,4	12,8	8,9	2,1	+0,3
12,1	13,3	13,3	11,7	8,1	2,0	+1,4
15,2	14,2	14,0	14,2	5,5	3,9	+1,5
15,3	16,3	14,3	12,3	7,8	5,7	−0,8
14,5	16,2	16,0	13,0	8,2	3,2	+1,7
13,9	15,3	15,3	11,3	8,2	4,2	+1,6

Die *Winde* kamen von *Norden* 78 Mal (häufig Auguſt, Juli, November, ſelten Januar, Februar, März); von *Nordoſt* 394 Mal (häufig Auguſt, Mai, October, April und December; ſelten Februar, Juni und Juli); von *Oſten* 16 Mal (häufiger im October, gar nicht im Februar, Juni, Auguſt, November und December); von *Südoſt* 9 Mal (hauptſächlich im October); von *Süden* 13 Mal (in jedem der Monate Februar, April, Juni und November 2 Mal); von *Südweſt*, 500 Mal (häufig Februar, Juni, März und December; ſeltner Mai, Auguſt, April); von *Weſt* 66 Mal (häufig Mai, Juni, Juli, Auguſt; ſelten aber im Januar, November und December); von *Nordweſt* 19 Mal (häufiger Juni, Sep-

tember; gar nicht im Januar und December). Die *herrſchenden* Winde waren alſo die von *Südweſt*; zunächſt die von *Nordoſt*, welches hier gewöhnlich der Fall iſt.

In Hinſicht der *Witterung überhaupt* hatten wir folgende Zahl von Tagen:

im J.	ganz heitere	ganz trübe	verm.	Reg. Tage	Schn Tage	Grpl. und Schl.	Gewitter	Stürme	Nebel
1801	58	72	235	143	24	6	21	13	7
1802	90	68	207	105	23	6	16	10	8
1803	58	71	236	101	21	6	20	15	6
1804	34	60	272	147	27	6	18	8	10
1805	46	64	235	127	29	7	17	11	4
1806	33	90	242	162	17	3	14	25	15
1807	42	87	236	101	41	2	21	18	6
1808	36	89	241	125	32	5	20	17	7
1809	27	66	272	129	26	4	19	11	2
1810	29	72	264	136	14	5	13	14	6
1811	51	51	263	124	24	7	22	2	0
1812	25	71	269	125	24	12	17	3	12
1813	16	59	290	189	15	9	26	13	9
1814	44	60	261	127	22	4	21	5	2
1815	32	61	272	137	21	14	19	21	2
1816	17	67	282	172	31	13	13	22	10
1817	25	45	295	178	16	25	29	27	19
1818	30	53	282	138	34	17	15	25	25
1819	18	16	286	154	30	16	27	15	13
Mittel	38	67	260	136	25	8	19	14	8

In dem J. 1819 hatten wir alſo weniger *ganz heitere Tage* als in den 19 vorhergehenden (1813 und 1816 ausgenommen), das heiſst ſolche Tage, an welchen ſich von früh Morgens bis in die Nacht gar keine Wolken zeigten, und nicht einmal die Hälfte von der gewöhnlichen Zahl. Die meiſten ganz heitern Tage fielen im Mai (7), und im September (4). Der *ganz trüben* Tage, wo während der Beobachtungszeit ſich auch keine Spur von heiterm Himmel zeigte, hatten

wir 6 weniger als gewöhnlich; hier zeichnen sich der December, November, October und Januar aus. Im August und September war kein ganz trüber Tag. Der *vermischten* Tage mit mehr oder weniger partiell heiterm und trüben Himmel, hatten wir 26 mehr als gewöhnlich. Es *regnete* an 18 Tagen mehr, es *schneite* an 5 Tagen mehr, und es fielen *Graupeln* und *Schlossen* an 8 Tagen mehr, als gewöhnlich. Die Zahl der nahen und fernen *Gewitter* übertraf die gewöhnliche um 8, der *Nebel* um 5; die meisten Gewitter waren im Juni, Juli und August, die Nebel besonders im October. *Stürme* waren wie gewöhnlich, die meisten im Januar.

Die gesammte *Menge* des auf 1 Quadratfuss gefallenen *Regen- Schnee- Graupel-* und *Schlossen-Wassers* betrug 4232 Kubikzolle, oder 29 Zoll 4,7 Linien Höhe; so hoch würde es nämlich am Ende des Jahres, hier über der Erde gestanden haben, wenn davon nichts in sie eingedrungen, abgelaufen oder verdünstet wäre. In den vorangegangenen Jahren betrugen diese Wasserhöhen:

1801	33″	8‴	1808	26″	0‴	1814	19″	2,4‴
1802	24	0	1809	25	5	1815	19	4
1803	28	0	1810	26	0	1816	31	0,6
1804	30	1	1811	21	6	1817	26	5,1
1805	28	7	1812	21	0	1818	21	8,4
1806	26	6	1813	25	1			

Im Mittel aus 17 Jahren fielen also 25″ 6‴ auf 1 Quadratfuss, und deshalb wäre der Wasserstand im verflossenen Jahre um 3″ 10,7‴ höher gewesen. Es regnete

nur in den Jahren 1801, 4 und 16 mehr; die übrigen Jahre beſonders 1811, 12, 14, 15 u. 1818 waren trockner.

Die Witterung überhaupt war folgende: *Januar*, bei hohem Barometerſtande, milde, trübe, etwas naſs, ſtürmiſch. — *Februar*, bei gewöhnlicher Barometerhöhe, ebenfalls milde, etwas naſs; inzwiſchen war, ohngeachtet jener warmen Witterung, die Vegetation noch nicht beſonders vorgerückt. — *März*, etwas hoher Barometer, wärmer als gewöhnlich, nicht beſonders naſs. — *April*, etwas tiefer Barometer, gleichfalls beträchtlich wärmer als gewöhnlich, und trocken; ſchon in der erſten Hälfte rückte bei einer Wärme von 21,1° die Vegetation auſserordentlich ſchnell voran, und die aufs reichlichſte blühenden Obſtbäume, ſo wie die zahlreichen Samen an den Weinſtöcken, gewährten die ſchönſten Hoffnungen; aber der Zuſtand der Atmoſphäre ward gewitterhaft, und es fanden keine Entladungen ſtatt, die Wärme nahm ab, und am 28, 29 und 30 hatten wir Reif und Eis, wodurch beſonders die Apfelblüthen litten; am 30 Abends ward es mild, und mit viel weniger Verluſte als 1819 war die drohende nahe Gefahr vorüber. Hier und da, z. B. bei Durlach, wurden die Weinberge durch zweckmäſsige Räucherungen mit Erfolg gegen den Froſt geſchützt. — *Mai*, etwas niedriger Barometerſtand, trocken; die Wärme nahm einigemal ungewöhnlich zu, ſank aber, ohne bedeutenden Regen, wieder herab; am Ende kamen hier und da bereits Weinſtöcke zum Blühen. — *Juni*, bei hohem mittlern Barometer, wärmer als gewöhnlich; gewitterhaft, naſs, und für die ganze Vegetation ungemein günſtig; ſchon in der erſten Hälfte waren die Weinſtöcke gröſstentheils verblüht. — *Juli*,

hoher mittlerer Barometerſt., wärmer als gewöhnlich, und es würde dies noch mehr geweſen ſeyn, wenn nicht Gewitterregen von Zeit zu Zeit abgekühlt hätten; im Anfange des Monats ward der groſse Comet ſichtbar. — Auguſt, hoher Barometerſtand, warm, gewitterhaft, trocken, und ſehr günſtig für die ganze Vegetation; gegen die Mitte des Monats gab es ſchon häufig ganz reife Trauben. — *September*, beträchtlich hoher Barometerſt., warm, heiter, trocken, und noch am Ende des Monats vollkommene Semmertage. — *October*, tiefer Barometerſt., Wärme wie gewöhnlich, trüber Himmel, naſs; im Anfange noch ſchöne Tage, wobei die Weinleſe begann, am Ende des Monats war das Laub der meiſten Bäume noch ungewöhnlich grün. — *November*, tiefer Barometerſt., kühler als gewöhnlich, trübe, und naſs; erſt gegen die Mitte des Monats waren die meiſten Bäume ganz entlaubt. — *December*, tiefer Barometerſtand, gewöhnliche Wärme, trübe, ungewöhnlich naſs, wodurch groſse Ueberſchwemmungen entſtanden *).

Das Jahr 1819 war alſo *warm*, bei etwas hohem mittlern Barometerſtande, bei ſelten ganz heitern Tagen, und bei einer bis im October fortdauernden ziemlichen Trockenheit. Nach von Humboldt's Erfahrungen kömmt die mittlere Temperatur des Aprils, vorzüglich aber die des Octobers, gewöhnlich mit der mittlern jährlichen eines Orts überein. Dies wird denn auch durch die für Karlsruhe erhaltenen Reſultate vollkommen beſtätigt. Denn wir haben aus 19jährigen Beobachtungen eine mittlere jährliche Wärme von 8,1°, die der Monate April und October beträgt aber 8,2°; auch im verfloſſenen October war ſie gerade 8,2°. Uebrigens zeichnete ſich das verfloſſene Jahr durch ſeine allgemeine, groſse Fruchtbarkeit beſonders aus.

*) Die einzelnen monatlichen Reſultate ſeiner zuverläſſigen und höchſt ſchätzbaren meteorologiſchen Beobachtungen macht Hr. Hofrath Böckmann ſchon ſeit einer geraumen Zahl von Jahren alle Monate ausführlich in den Beilagen zur Karlsruher Zeitung bekannt. *Gilb.*

IX.

Einige meteorologiſche Bemerkungen

von Hrn Castellani; aus e. Briefe an den Prof. Pictet.

Turin d. 7 Dec. 1819 *).

... Rechnet man die heiteren, die wolkigen, die bedeckten und anderen Tage zuſammen, welche in den meteorologiſchen Beobachtungs-Regiſtern angegeben werden; ſo erhält man immer der Tage viel zu viel; z. B. nach den im *Journ. de phyſ.* abgedruckten pariſ. Beobachtungen für den December 1816 123, für den Januar 1817 118, für den März 117 Tage etc.; nach den Beobachtungen zu Pavia für den April 1817 35, den Mai 36, den Juni 38 Tage; und nach Flaugergues in ſeinem Aufſatze im Juniheſte 1818 S. 135 für das Jahr im Mittel 449 Tage, alſo 94 Tage mehr als das Jahr hat. Um den Zuſtand der Atmoſphäre mit einer gewiſſen Genauigkeit anzugeben, darf man die verſchiedenen Zuſtände nicht blos nach Tagen, ſondern man muſs ſie zugleich nach ihrer Dauer angeben. Ich ſchmeichle mir in meinem Aufſatze im Juniheſte 1819 und in der demſelben angehängten Tafel die Einfachheit und den Nutzen der Beobachtungsart, welche ich den Meteorologen empfehle, um den jährlichen Zuſtand der Atmoſphäre mit der gröſsten Genauig-

*) *Kurz ausgezogen aus der Bibl. univerſ.* Dec. 1819. G.

keit und vergleichbar zu erhalten, klar vor Augen gelegt zu haben.

. . Ich bin überzeugt, dafs die Störungen (*altérations*) im regelmäfsigen Gang der Temperatur, von welchen die Veränderungen des Windes abzuhängen scheinen, die Urfachen der Bewegungen des Queckfilbers im Barometer find, und dafs die Barometer-Veränderungen ganz und gar den Veränderungen und der Variabilität des Windes untergeordnet find. Die Beobachtungen des Thermometer-Standes und der Winde fcheinen mir daher am mehrften intereffiren zu müffen, und werden uns wahrfcheinlich am erften fichere Refultate verfchaffen.

Die wahre *mittlere Temperatur* eines Ortes wird fich fehr fchwer mit Zuverläffigkeit beftimmen laffen, wenn man nicht die *Maxima* und die *Minima* beobachtet. Beim Zufammenfaffen meiner Beobachtungen fand fich, dafs der niedrigfte Stand des Thermometers einigemal ziemlich fpät nach dem Aufgange der Sonne, nämlich um 9 oder 10 Uhr Morgens im Sommer, und der höchfte einigemal vor Mittag und um 3° oder 4° höher als zu Mittag gewefen war. Es fcheint daher nicht möglich zu feyn, aus Beobachtungen, die an beftimmten Stunden angeftellt find, die wahre mittlere Temperatur herzuleiten. Diefe geben nur die Beobachtungen der Thermometrographen. — Daffelbe gilt von der mittleren Höhe des Barometers.

Folgende Bemerkung über das Thermometer fcheint mir Beachtung zu verdienen: „Eine merkli„che Differenz in plus, in dem regelmäfsigen Gange „des Minimum, ift faft immer eine Anzeige nahen

„Regens.“ So z. B. war am 13 Auguſt 1819 das Minimum 13,66°, am folgenden Tage dagegen 18°, und 2 Stunden nach der Aufnahme erfolgte ein ſtarker Regen. — Am 29 Juli war das Minimum von 15 auf 18,9° geſtiegen, und wir hatten den ganzen Tag mit Unterbrechungen Regen. — Ich habe dieſes ſeit Anfang meiner Beobachtungen bemerkt; die Anzeige fehlt nie oder nur höchſt ſelten. Sie ſcheint uns die Möglichkeit zu zeigen, Gränzen für das Minimum zu beſtimmen, welche den Regen und das ſchöne Wetter genauer als das Barometer anzeigen werden.

Was dieſes letztere betrifft, ſo habe ich häufig ſehr merkliche Veränderungen im Stande des Barometers erfolgen ſehen, ohne daſs irgend eine ſichtliche Veränderung im Zuſtande der Atmoſphäre darauf erfolgt wäre.

Das Minimum des Standes des Thermometers finde ich, wenn es gegen Norden hängt, gewöhnlich um 1½° höher, als wenn daſſelbe Inſtrument nach Weſten zu frei hängt; und während zweier Monate eben von mir vollendeter Beobachtungen hatte es nur zweimal in beiden Lagen einerlei Stand. Dieſes hat mich beſtimmt, dem Minimum eines nach Weſten zu frei hängenden Thermometers den Vorzug zu geben.

Ich ſchlieſse hieraus, daſs es groſse Schwierigkeiten habe, mit Zuverläſſigkeit Folgerungen über die Temperatur zweier Orte zu ziehen, welche ſich nicht vollkommen unter einerlei Umſtänden befinden. . . .

X

Einige Höhenmeſſungen aus Steiermark;

aus e. Briefe des Hrn Jak. Phil. Kulik,
Prof. d. Phyſ. am Lyc., und d. Aſtronom. am Johanneum zu Grätz.

Die Höhenmeſſungen einiger ſteiermärkiſchen Alpen, welche Ihnen mitzutheilen ich ſo frei bei, habe ich in Geſellſchaft des Hrn Dr. Joſeph Härtnagel, Hofgerichts-Adv. zu Salzburg, im Juli 1820 vorgenommen. Wir führten mit uns ein gutes von den Gebrüdern Roſpini in Grätz verfertigtes tragbares Gefäſs-Barometer, deſſen Skale mittelſt eines Nonius Zwölftel einer Wiener Linie unterſcheiden lieſs; der Durchmeſſer der Gefäſses betrug 9, der Röhre 0,75 W. Linien; ferner ein 80-theiliges Thermometer, ein Fernrohr u. ſ. f. Die Gebrüder Roſpini hatten die Gefälligkeit mehrere während unſerer Abweſenheit an ihrem Normalbarometer angeſtellte Beobachtungen uns mitzutheilen. Dadurch ſind wir in den Stand geſetzt worden, gleichzeitige Beobachtungen an den 6 bis 9 Meilen von Grätz entfernten Alpen, mit denen in Grätz durch eine einfache Interpolation zu erhalten. Es geben überdem die etwa 30 Jahre hindurch zu Grätz angeſtellten Barometer-Beobachtungen der Gebrüder Roſpini die mittlere Barometerhöhe 27″ 7‴ bei einer mittleren Temperatur von 7,6° R. Beide Data mit Schuckburgh's Beobachtungen des Barometer- und Thermometer-Standes am Meere verglichen, geben eine Höhe

von *Grätz* über die Meeresfläche von 157,77 Meter oder von 499,1 Wiener Fuſs, wofür man unbedenklich 158 M. und 500 W. F. ſetzen darf. Ich habe an unſeren Beobachtungen die nöthigen Correctionen, wegen der Temperatur, der ungleichen Durchmeſſer der Queckſilber-Säulen in der Röhre und der Gefäſse, und wegen der Capillarität beider Berometer-Röhren ange-

Beobacht. Zeit	Ort der Beobachtung	Stand des Barometers	Thermometers
18 Juli	In *Steiermark*		
2 U. Ab.	*Schwamberg* im Wirthshauſe des Iberen Gödl	27″ 3‴ 4⁗	19° R.
6 - -	*Butterſacker*-Kreuz	26 5 7	17
7 - 25′	*St. Anna*	25 4 2	15
19 Juli			
7 - 35 - M.	Untere *Schwamberger Alpe*	23 6 2	14
9 - 35 - -	*Frauenkogel*, worauf die von Bruchſteinen zuſammengelegte Säule	22 9 6	12,5
11 - 28 - -	*Speikkogel*	22 5 9	10,5
20 Juli	In *Kärnthen*		
6 - 30 - M.	*St. Gertraud*	27 2 4	17
1 - 30 - A.	*St. Leonhard*	26 6 8	18
4 - 10 - -	*Reichenfels*	26 3 3	23
5 - 10 - -	*Dachsehen*	26 1	22
21 Juli	In *Steiermark*		
7 - 12 - M.	*Peters-Alpe*	22 11 6	13
9 - 10 - -	*Obdach-Alpe* (Groſsingberg)	22 4 7	13
2 - 10 - Ab	*Hirſchegg*	26 0 3	23

bracht, und darauf nach der bekannten Laplace'schen Formel, mit Hinweglassung des für die Lage des Beobachtungsorts unbedeutenden Breiten-Coefficienten, die Höhen über Grätz berechnet, und durch Hinzufügen von 500 W. Fuſs die Höhen der Beobachtungsörter über der Meeresfläche gefunden, wie es folgende Tafel ausweiset:

Stand des Gratzer Barometers	Thermometers	Corrigirte Barometerstände: obere Stat.	Gratz	Höhe über die Meeresfläche in: Metr.	Wien. Fuſs
		in Meter	in Meter	M.	W. F.
27″ 6‴	21,5 R.	0,72362	0,72896	237,8	752
27 5	18	0,70183	0,72677	460,3	1428
		0,67262		826,1	2614
	15	0,62407		1506,4	4645
27 6,5			0,73007		
	15,5	0,60494		1764,6	5584
27 7	20	0,59727	0,73116	1900	6013
27 8	17	0,72092	0,73335	304,3	963
27 8,5	21,5	0,70452	0,73445	523,8	1658
	23	0,69659		639,6	2024
27 9			0,73555		
	17	0,69138		702,6	2220
		0,60954		1764	5582
27 9	15		0,73555		
		0,59436		1980	6266
27 8,5	21	0,69108	0,73445	697,8	2208

XI.

Verdunklung der Luft und ſchwarzer Regen in Kanada, und Seiden-Regen in Braſilien.

Am 9 November 1819 wurde die Stadt *Montréal* in Ober-Kanada plötzlich in gänzliche Finſterniſs gehüllt, und es fiel in Menge ein Regen, ſo ſchwarz wie Tinte. Hr. Martin Paine hat eine Flaſche dieſes Regenwaſſers dem Lyceum zu New-York überſchickt, und das Ergebniſs der chemiſchen Analyſe, welche man hier damit angeſtellt hat, war, daſs der einzige fremde Körper den es enthielt, *Ruſs* oder Kohlenſtoff ſey. Man war allgemein in dem Lande der Meinung, daſs dieſer Ruſs ein Erzeugniſs der groſsen Feuersbrünſte ſey, welche während der Zeit der Dürre in den ungeheuren Waldungen ſüdlich vom Ohio ausgebrochen waren, und daſs der Wind ihn bis Ober-Kanada geführt habe *).

In der Nacht am 16 November 1819 fiel zu *Broughton* in Nord-Amerika eine groſse Menge eines ſchwarzen Staubes auf den Schnee herab, der die Erde bedeckte.

*) Es iſt dieſes das in Auff. IV dieſes Stücks umſtändlicher beſchriebene Phänomene, in welchem Hr. Biot die Materie des Nordlichts und Hr. Chladni eine kosmiſche Staubmaſſe zu ſehen geneigt waren. Noch andere überraſchende meteorologiſche Merkwürdigkeiten weit verbreiteter Land- oder Forſt-

(Aus einem Schreiben des französischen Consuls Lainé zu *Fernambuk* in Brasilien, vom 1 Nov. 1820). „Im Anfang des Octobers regnete es hier und ungefähr 30 Lieues umher, Landeinwärts sowohl als über der See, eine Art von *Seide*, von der sehr viele Personen etwas aufgelesen haben. Ein französisches Schiff, das hier ankam, war ganz damit bedeckt worden. Dieses Ereigniss, wovon man kein Beispiel kennt, beschäftigt hier die Leute sehr.“ Der Anblick der von Hrn Lainé mitgeschickten Probe brachte mich auf die Vermuthung (sagt Hr. Arago), dass diese Fernambuker meteorische Seide etwas Aehnliches als die seidenartigen Fäden seyn möge, welche in den Umgebungen von Paris der Wind zu gewissen Jahrszeiten in mancherlei Richtungen vor sich her treibt *). Die chemische Analyse wird uns darüber wahrscheinlich näher belehren.

Brände, werden meine Leser in einem der folgenden Hefte finden. Vor nicht langer Zeit meldeten Zeitungs-Nachrichten vom November 1820 folgendes Ereigniss aus einem an Kanada gränzenden Lande: „In Neu-Schotland wüthete neulich „ein *Feldbrand* 3 Tage lang und verwüstete einen der fruchtbarsten, von mehreren Flüssen durchschnittenen, District „zwischen Yarmouth und Annapolis, in einer Länge von 17 „engl. Meilen; es wurden dabei die Kartoffeln in der Erde gebraten.“ *Gilb.*

*) Die unter dem Namen des fliegenden *Sommers* bekannten Fäden von Spinnen-Geweben, welche der Wind im Herbste über die Stoppeln vor sich her treibt. *Gilb.*

XII.

Auszüge aus Briefen den electrischen Magnetismus und eine Feuerkugel betreffend.

1) Von Herrn Prof. Erman in Berlin.

Hätte ich, meinem Vorhaben gemäfs, Ihnen bereits im Anfange Decembers meine Unterfuchung für die Annalen der Phyfik zugefendet, kurz und bündig, wie fie damals war, fo würde fie wenigftens den Reiz der Neuheit gehabt haben. Sie ift indefs zu einem kleinen Buche angewachfen, [*„Umriffe zu den phyfifchen Verhältniffen des von Hrn. Prof. Oerfted entdeckten electro-chemifchen Magnetismus, fkizzirt von P. Erman.* Berlin 1821. 122 S. 8.] Vielleicht find Sie nicht abgeneigt eine kurze Notiz darüber Ihren Lefern mitzutheilen, welches mir erwünfcht feyn würde, um fernere Verhandlungen daran anknüpfen zu können *). Ob fich meine Anficht mit den Ampère-Arago'fchen Beftimmungen vereinigen läfst, das ift die Frage. Ich glaube faft, dafs diefes im Wefentlichen nicht unmöglich fey, und dann welcher Gewinn! Denn die Karteftanifchen rechts und links gewundenen Strömungen find wahrlich felbft für die Skeptiker eine harte Prüfung **). Wie kann diefe an den Oberflächen laufen-

*) Diefes foll allerdings, und wenn es Raum und Zeit erlauben fchon im nächften Hefte gefchehen, es fey denn dafs der Hr. Verf. felbft die Rolle des Berichterftatters zu übernehmen fich entfchlöffe. *Gilb.*

**) *Herr K.*, ein Freund diefer Annalen, den ich erfuche fich

de Strömung je mit dem übereinſtimmen, was wir bei Streichen der Stäbe ſehen, und was wir von dem Koërcitiv-Vermögen des Eiſens wiſſen? warum zeigte dann nicht jeder electriſch-geladene Leiter die magnetiſchen Erſcheinungen, und namentlich nicht der Turmalin? und wie wäre es zu begreifen, daſs bei einem concentriſch übereinander gewundenen Leiter die einander ſo nahe gerückten entgegengeſetzten Windungen der Strömungen, anſtatt ſich zu ſtören, vielmehr eine erhöhte Wirkung geben? Doch die Zeit wird hierüber entſcheiden. Ich finde, daſs ſich Hr. Biot der Anſicht, welche ich in meinem Umriſſe zur Sprache gebracht habe, nähert, und noch mehr Hr. Berzelius..,

2) Von Herrn Reg. Rath Prechtl, Dir. d. pol. Inſt.
Wien d. 24 Febr. 1821.

Der Aufſatz, den ich Ihnen zur möglichſt ſchnellen Aufnahme in Ihre Annalen überſchicke, enthält einige Entdeckungen, durch welche der Oerſted'ſche Verſuch wahrſcheinlich erſt ſeinen wahren Werth erhält, indem es mir, wie Sie ſehen werden, gelungen iſt, die Erſcheinungen des Schlieſsungs-Drahtes an dem Magneten, durch eine neue Magnetiſirung deſſel-

mir näher zu erkennen zu geben, vermiſste mit Recht bei dem Arago'ſchen Aufſatze eine Erklärung des *Rechts*- und des *Links*-Gewundenſeyns von Spiralen und von Schraubenlinien. Spiralen von Innen nach Aufsen in horizontaler Ebene, und Schraubenlinien von unten aufwärts um lothrechte Axe beſchrieben, ſind, je nachdem ſie nach dem Körper des Beſchreibenden *zuwärts* von Links nach Rechts, oder von Rechts nach Links hin beſchrieben ſind, im erſten Fall *rechts*-, im zweiten Fall *links*-gewundene. Gilb.

ben nachzuweiſen. Dieſer ganze Gegenſtand wird hierdurch nun ſehr einfach, und die magnetiſchen und electriſchen Erſcheinungen werden zur Einheit gebracht, indem durch meine Entdeckung nun den electriſchen Diſpoſitionen ganz gleiche magnetiſche Diſpoſitionen gegenüber ſtehen *). Obgleich ich noch mancherlei zu ſagen hätte; ſo zögere ich doch nicht, Ihnen dieſe Arbeit zu überſenden; daſs bei dem ſchnellen Fortſchreiten der Naturkunde man, wenn man einen Gegenſtand gleich vollſtändig behandeln will, leicht um die Priorität einer Arbeit kömmt, davon habe ich bereits Erfahrung gemacht. Denn ich kann z. B. aus meinen alten Manuſcripten unbezweifelt beweiſen, daſs mir die Magnetiſirung von Drähten in der voltaiſchen Kette vor 10 Jahren nicht unbekannt war. Ich finde in dieſen alten Notizen, daſs auch das Waſſer im Kreiſe der Säule ſich magnetiſch zeige, und ich werde bei der nächſten Gelegenheit dieſen Verſuch wiederholen. Die Reihe der *magnetiſchen Ladungsfähigkeit* der Metalle finde ich gleichfalls in meinen Schriften bereits angegeben. Sie gründet ſich auf das Geſetz des geraden Verhältniſſes der Cohäſion und des umgekehrten des electriſchen Leitungs-Vermögens; ſie wird durch die ſpäteren Children'ſchen Verſuche beſtätiget. Bleibt mir Zeit dazu, ſo erhalten ſie darüber etwas ein anderes Mahl.

*) Der für dieſe Materie ſehr wichtige Aufſatz lief gerade beim Schluſſe des Stückes ein. Das folgende Heft wird in ein Paar Wochen in den Händen der Phyſiker ſeyn, und dieſe Notiz hinreichen, dem Herrn Verf. die Priorität ſeines eben ſo intereſſanten als ſcharfſinnig benutzten Fundes zu ſichern. *Gilb.*

3) Von Herrn Hofrath Döbereiner in Jena.

. . . Jetzt, wo die Erforſchung der Urſache der magnetiſchen Kraft und Verhältniſſe angehoben hat, verdienen Zweifel geprüft zu werden, wie ſie nach Schw. u. Mein. Journ. 1821 S. 104 Dr. Seebeck an der magnetiſchen Polarität des Nickel- und des Kobalt-Metalls hegen ſoll, indem er ſie durch Spuren von Eiſen bedingt glaubt; man ſollte daraus eine Preisfrage machen. Ich habe keinen Grund an der magnetiſchen Polarität derſelben zu zweifeln, da ſie ſich ſehr ſtark an dem zeigt, was ich von beiden Metallen auf eine neue höchſt einfache Art bereitet habe, nämlich durch Glühen der aus *völlig eiſenfreien* Auflöſungen des Kobalt- und des Nickel-Oxyds dargeſtellten oxalſauren Kobalt- und Nickel-Oxyde in Räumen, die vor dem Zutritt der Luft geſchützt waren. — Sollte es ſich beſtätigen, daſs auch *Chrom* und *Mangan* der magnetiſchen Polarität fähig ſind, ſo möchte ich nach Analogie ſchlieſsen, daſs auch *Kieſel-* und *Talk-Erde*, oder wenigſtens die *metalliſchen Grundlagen* derſelben, der magnetiſchen Reaction unterworfen ſeyn müſſen. Denn beide ſind Hauptbeſtandtheil der Meteorſteine und des polaren Serpentins, und die Meteorſteine wahrſcheinlich, Producte der electro-magnetiſchen Thätigkeit unſeres Planeten.

Was Hr. G. R. Hermbſtädt ebendaſ. S. 81 f. über *Legirung der Metalle mit Kalium* etc. meldet, iſt von mir bereits vor 8 oder 9 Jahren in Schweigg. Journ. B. 3 S. 443 geſagt worden. Ich ſprach dort die Natur der Schwefel- und Phosphor-Alkalien wie ſolche neuerlichſt in Frankreich erkannt worden, aus, und fügte am Ende als Reſultat meiner Wahrnehmungen

über das Verhalten mehrerer Schmelzmittel gegen Metalle hinzu: „Bei ſchwer reducirbaren Matall-Oxyden ſollte man es auch unterlaſſen, Glasflüſſe (Glas, Borax u. ſ. w.) zur Beförderung des Schmelzens anzuwenden. Es wird von dieſen Schmelzmitteln immer eine nicht unbedeutende Menge mit reducirt, und das Reduct, es ſey Kalium, Silicium, Boracium oder Natronium, geht dann mit dem reducirten Metalle in Verbindung und verändert ſeine Eigenſchaften.“ — Alle acide Metalle haben eine Neigung, ſich mit alkaliſchen und baſiſchen Metallen zu verbinden, und iſt die Acidität derſelben ſo groſs, daſs ſie ſelbſt mit Waſſerſtoff Säuren bilden, wie z. B. beim Tellur, ſo wird eine geſättigte Verbindung des Oxyds mit Kali ſchon durch ſchwaches Glühen mit Kohle *vollkommen* reducirt und in ein elementares Metallſalz verwandelt.

4) Von Herrn Prof. Brandes in Breslau.

Am 12 Februar Abends 7 Uhr habe ich eine, vermuthlich ſehr entfernte, *kleine Feuerkugel* beobachtet, die von Süden nach Südweſten in etwas niederwärts geneigte Richtung zog, und 2° über dem Horizont verſchwand. Ihre Bewegung war langſam, ſo daſs ſie etwa 8° bis 10°, die ich ſie zurücklegen ſah, in 4 Secunden durchlief. Da man hieraus mit Wahrſcheinlichkeit auf eine groſse Entfernung ſchlieſsen darf, ſo kann ſie in Oeſterreich vielleicht viel gröſser erſchienen ſeyn, indem es wohl möglich iſt, daſs ſie über 100 Meilen von hier im Zenith ſtand. Da ich gerade auf der Sternwarte war, ſo habe ich mit einem Parallactiſch aufgeſtellten Inſtrumente die Lage der Endpunkte beſtimmt, auf 29° ſüdl. Declin. und 27° Rectaſcenſion, das heiſst in 35° Azimuth. Ihre ganze Bahn konnte ich, da der Mond nicht erlaubte am Horizont Sterne zu ſehen, nicht genau beſtimmen, doch kann ich die Richtung des gröſsten Kreiſes, von welchem ſie einen Theil *durchlief*, als etwa durch den Haſen gehend angeben.

TAG	BAR. 8 MORG. p. Lin.	UHR	WINDE TAGS	WINDE NACHTS	WITTERUNG TAGS	WITTERUNG NACHTS	UEBERSICHT. Zahl der Tage.
1	333, 62	0, 1	N 1	O 1	tr. Sch.	tr. Sch.	heiter
2	32 99	2	SW 2	SW 2	tr. fein Sch.	tr.	schön 3
3	31 50	9	SW. O 2	O 2	tr. Nb.	tr. Sch.	verm. 5
4	29 74	3	O, oso 3	SO 2	tr. fein Sch. wndg	tr.	trüb 23
5	29 11	5	oso. S 1	S 1	tr. Nb. Dft.	tr. fein Rg.	Nebel 18
6	29 12	2	SO, oso 1	still	verm.	ht.	Duft 5
7	27 92	6	NO. S 1	S 1	tr. etwa Nb.	sch.	Regen 8
8	29 99	8	SO. oso 1	O 1	sch. Nb. Mrgth.	vr. Nbl	Rg-Sch.
9	28 84	1	sso. oso 2	S 3	tr. Nb. Mrgth.	tr.	Schnee 4
10	27 67	5	S SW 3	SW 2	tr. Rgtro pl. wndg	ht.	Graup. 1
11	26 95	7	S. wnw 2	nnw 2	tr. Rg.	tr. Nb.	windig 7
12	29 08	3	N. SW 1	SW 1	tr. Rg. strk Nb.	tr. Nb.	stürm.
13	30 28	5	SW. 2, 3	SW 3	tr. etwa Nb. Wnd.	tr.	Nächte
14	28 62	6	S. nnw 2	N 3	tr. Mgr. etwa Hg. wd	sch.	heiter 5
15	35 30	2	N 2, 3	wsw 1	vr. Mgr. Abr Graup	sch.	schön 4
16	34 27	7	S. SW 3	SW 3	tr. Rg. wndg	tr. fein Rg. wd	verm. 2
17	33 92	6	NW 3	still	tr. fein Rg. wndg	tr.	trüb 22
18	39 32	4	SW 1, 2	ssw 3	vr. Nb. Abr.	sch. wndg	Nebel 8
19	40 59	5	SW 2, 1	sso 2	tr. Nb. Mrgr.	tr. strk Nb. Dft	Duft 4
20	39 64	3	SW. NW 2	W 3	vr. dick Nb. Dft.	vr. Windstöss	Regen 2
21	41 29	2	NW 2, 3	NW 2	tr. Nb. Dft. Rg. wd	tr. Nb.	Rg-Sch. 3
22	43 00	2	wnw. wsw 2	wsw 2	verm.	tr. Dft. Sch.	Schnee 3
23	41 36	3	NW. N 3	N 3	tr. Nb. Dft. Rg. wd	tr. Rg. Sch. gel	windig 5
24	43 69	0	NO. O 2	still	tr. strk Nb.	tr. Nb.	stürm.
25	41 39	2	SW. W 2	W 2	tr. Mrgr. sch.	tr.	
26	40 61	3	NW 2	W 2	tr. etwa Nb.	tr. Rg. u Sch.	Mgrth 7
27	40 26	5	NW. W 1	S 2	tr. Nb. Dft.	tr Dft Rg. u. Sch	Abrth 4
28	40 38	9	S. SO 2	ssw 3	tr. Nb. strk Dft.	tr. Nb. Dft.	
29	39 72	0	SW 2	SW 2	tr. Nb.	tr. strk Nb.	
30	40 04	7	NW. SW 2	ssw 2	sch. Nb. Abr.	ht.	
31	0 95	0	ssw. SW 2	ssw 2	sch. Nb. Mgr. Abr	tr.	
Mo.	355 186	93	süd –	westl.	Anzahl der Beobb. an jedem Instrum. 155		

Zeit	Barometer	Thermometer	Höhe
	680,10		
	– 2, 65		
	+ 1, 49		
8	m + 0''',+ 1, 76		
12	m + 0, 02		
2	m – 0, – 3, 96		
6	m + 0, + 20, 98		
10	m + 0, – 19, 84		
	18, 00		

Berechnung der absoluten Höhe von Halle über dem Meere, aus den Mittags-Beobachtungen des Monats Januar:

Beobb. im ganzen Mon.	Barometer	Thermometer	Höhe
geb. d. Mittel = m =	335''',077	+ 0°,85	328 Par. 282
dav. sind + bei nördl. Wd	m – 2, 446	m – 1, 37	m + 177, 774
8 bei östlich. –	m + 1, 529	m – 0, 60	m + 334 350
13 bei südl. –	m + 0, 286	m + 0, 68	m + 36 098
6 bei westl. –	m + 5, 385	m + 0, 50	m – 63, 927

Erklärung Dt. Duft, Rg. Regen, Gw. Gewitter, Bl. Blitze; wnd. oder Wd. windig wdg, Morgenroth, Ab. Abendroth.

o l k e n.

, dann dicht bed.; von 11 bis 12 Schnee und von 1 ab unter- nd Nachts fein, Regen. Am 17. wolkige ſtarke Bed. mit ſchar- ige vor dem Winde; ſie dauert bis Nchmitt. des 18. dann, Abds, Str. die ſich zum Horiz. ſenken. Die Nacht heiter. Der Volle 6′ Morg. folglich bei trüber und ruhiger Witterung.

n. Am 19. gleiche Bed. nur früh ein mrgroth. Streif am Horiz, Duft. Am 20. dichter Nbl und Duft, weichen erſt Mittags dann rolk. Bed, und ſpäter groſſe Cirr. Str. Maſſen, die oben heitere Am 21. Tags gleich bed, Abds wie geſtern, früh etwas Regen d Duft. Am 22. bis Mttgs gleiche Bed. dann Theilung in groſſe verwaſchene Cirr. Str., Abds wieder bed., Nbl und Duft und Heute der Mond in ſeiner Erdferne. Am 23. ſtrk bed. Nbl und U. etwas und von Abds 6 U. gel. Regen, der Nachts mit Schnee 24. früh und Abds gleiche Bed., Mittgs formiren ſich groſſe n die ſelten einige lichtere Stellen haben. Am 25. früh wolken- klar, kurz nach 8 dicht bed. und von 9 bis 12 feiner Schnee. Bed., modifizirt ſich Mittgs in Cirr. Str. die einige Stellen heiter aber ſtellt die Decke ſich wieder her. Von 8 U. ab und Nachts ee. Das letzte Monds-Viertel um 11 U. 81′ Vormit., ſcheint e Aufhellung mit ſich zu bringen.

n. Am 27. 28 u. 29. ſtets gleich und ſtark bed., Nbl und Duft. 27. Regen und Schnee. Am 30. gleiche Bed. die früh vorhan- ittags ſich auf wo noch etwas Cirrus übrig geblieben, dann, auch it etwas Nbl. Am 31. bis Abds heiter, gering Nbl, um 5 U. und hierauf gleichförmig und dicht bedeckt.

Monats: Bei ſelten heiterm, faſt ſtets ſtark bedecktem Him- mäſsigen Winden einigen Rückſtand vom harten December ab- gelind; wenig Schnee, ſtark Duft und Nebel. Höchſt beden- des Barometers, mehr noch als voriges Jahr, auszeichnend und deutendem Temperatur-Wechſel, nebſt conſtanter Höhe, auf-

Tab. III

Fig. 1

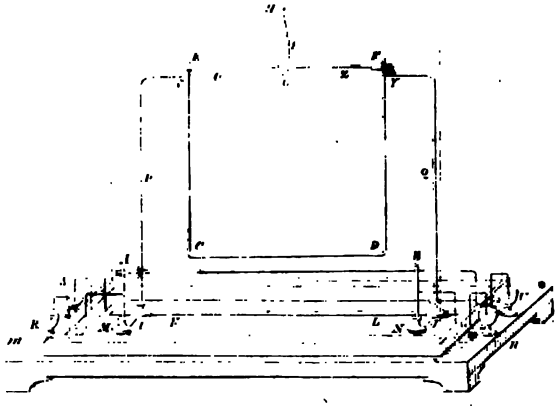


Fig. 2

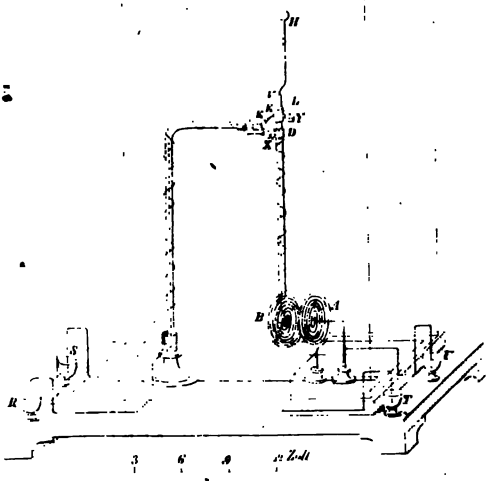
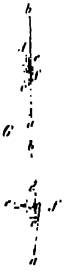


Fig. 6



Gilb. N. Ann. d. Phys. 3. B. 2. St.

Fig. 3

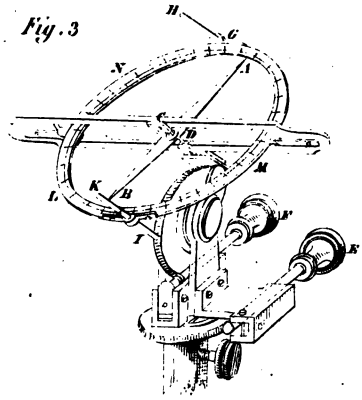
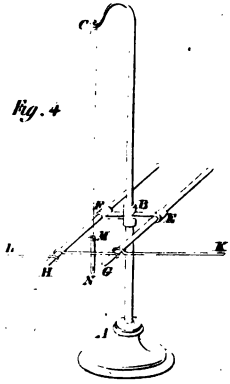


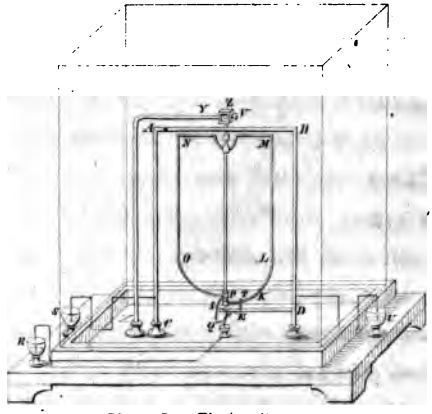
Fig. 4



Maasstab zu Fig. 3

5 Zoll

Fig. 5



Maasstab zu Fig. 4 u. 5

1 Fuss

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1821, DRITTES STÜCK.

I.

Ueber die gegenſeitigen Wirkungen, welche auf einander ausüben zwei electriſche Ströme, ein electriſcher Strom und ein Magnet oder die Erdkugel, und zwei Magnete;

von

Ampere, Mitgl. d. Akad. d. Wiſſ. in Paris.

Frei bearbeitet von Gilbert.

Zweite Hälfte.

(vorgeleſ. in der Pariſ. Akad. den 9 Oct., 30 Oct. und 6 Nov.)

Der Leſer wird ſich aus dem vorhergehenden Stücke erinnern, daſs Hr. Ampère in der erſten Hälfte dieſer Abhandlung ſeine Entdeckung einer bisher noch unbekannten Eigenſchaft der Electricität in dem Zuſtande, wie ſie in dem geſchloſſenen galvaniſch-electriſchen Kreiſe thätig iſt, bekannt gemacht, und durch ſcharfſinnig erdachte Verſuche mittelſt ſehr feiner Apparate, wie es mir ſcheint bündig dargethan hat, daſs ungeachtet ſolche ſogenannte ſtrömende Electricität in Electrometern keine Spannung bewirkt, doch zwei *electriſche Ströme*, (ein Kunſtausdruck, worunter der Zuſtand der

Electricität in dem geſchloſſenen galvaniſch-electriſchen Kreiſe zu verſtehen iſt, auch wenn er von einem einfachen Strömen der Electricität nach Franklinisch-Voltaiſchen Anſichten etwas weſentlich Verſchiedenes ſeyn ſollte,) je nachdem ſie nach einerlei oder nach entgegengeſetzter Richtung neben einander hinflieſsen, ſich aus der Ferne her anziehen oder abſtoſsen. Ueberdem hat er in der erſten Hälfte nachzuweiſen geſucht, daſs die bisher übergangenen zuerſt von Hrn Oerſted aufgefundenen Erſcheinungen, welche ſolche ſtrömende Electricität in der Magnetnadel, und umgekehrt der Magnet in den Leitern ſolcher electriſchen Ströme hervorbringen, und nicht minder die bekannten Erſcheinungen bei der Einwirkung zweier Magnete auf einander, insgeſammt ſo vorgehen, als wenn um die Axe eines jeden Magnets electriſche, einander parallele Ströme nach einerlei Sinn, in ſenkrecht auf ſeiner Axe ſtehenden Ebenen umherkreiſten. Um den Beweis zu vollenden, daſs in dem Magnete wirklich nichts anders als ſolche ſtrömende Electricität thätig ſey, kam es nun noch darauf an, durch bloſse electriſche Ströme den Magnet dieſer Vorſtellung entſprechend darzuſtellen, und ins beſondere zu zeigen, daſs auch dieſe Ströme den magnetiſchen Einflüſſen der Erde folgſam ſind, und bei möglichſt leichter Beweglichkeit ihres Leiters die Erſcheinungen der magnetiſchen Abweichung und Neigung darſtellen. Dieſes iſt der Gegenſtand dieſer zweiten Hälfte der Abhandlung, welche mir alle Aufmerkſamkeit ſelbſt dann zu verdienen ſcheint, wenn man ein Strömen der Electricität in der geſchloſsnen galvaniſch-electriſchen Kette leugnen, und ſomit dem Beweiſe ſeine bindende Kraft benehmen ſollte.

Abſchnittt 4. *Nachbildung eines Magnets durch electriſche Ströme, und Berechnung.*

8.

Die Unterſuchung der gegenſeitigen Wirkungen, welche ein electriſcher Strom und ein Magnet auf einander ausüben, verglichen mit der zweier electriſcher Ströme auf einander, hatte uns überzeugt, daſs in jedem Punkte der Oberfläche eines Magnets ein electriſcher Strom vorhanden iſt, der in einer Ebne flieſst, welche auf der Axe des Magnets ſenkrecht ſteht. Eine bloſse Zuſammenſtellung der Thatſachen iſt hinreichend, keinen Zweifel übrig zu laſſen, daſs nicht wirklich ſolche electriſche Ströme um die Axe des Magnets vorhanden ſind, oder vielmehr, daſs nicht die Magnetiſirung lediglich darin beſtehe, daſs man den Theilchen des Stahls, die Eigenſchaft ertheilt, in der Richtung der eben angegebenen Ströme dieſelbe electromotoriſche Wirkſamkeit zu erzeugen, welche wir nicht blos in der Voltaiſchen Säule, ſondern auch in dem Zinkſpath, in dem erhitzten Turmalin, und ſelbſt in einer ausgefeuchteter Pappe und einem einzigen Metall zuſammengeſetzten Säule wahrnehmen, wenn in ihren gegenüberſtehenden Enden zwei verſchiedene Temperaturen Statt finden. Dabei hat aber der Magnet das Eigenthümliche, daſs ſich in ihm dieſe electromotoriſche Wirkſamkeit zwiſchen den Theilchen eines uud deſſelben Körpers, der ein guter electriſcher Leiter iſt, entwickelt, und daſs daher dieſe Wirkſamkeit nie irgend eine Spur von electriſcher Spannung, ſondern blos einen ſtetigen electriſchen Strom hervor-

zubringen vermag, wie er Statt finden würde in einer Voltaiſchen Säule, die in ſich ſelbſt als Ring oder als eine andere geſchloſſene Kurve zurück kehrte. Eine ſolche Säule kann in keiner Stelle ihrer Oberfläche weder eine Spannung, noch die gewöhnlichen electriſchen Anziehungen und Abſtoſsungen, noch chemiſche Wirkungen äuſsern; dagegen wirkt der in ihr umherkreiſende electriſche Strom auf einen andern electriſchen Strom ablenkend, und anziehend oder abſtoſsend, und eben ſo auf einen Magnet; denn auch dieſer iſt, nach meiner Vorſtellung, nichts anderes als eine Vereinigung von electriſchen Strömen ſolcher Art. Wir ſind ſo in dem Vorhergehenden zu dem unerwarteten Reſultate gelangt, daſs die Erſcheinungen des Magnets einzig und allein von der Electricität hervorgebracht werden, und daſs die beiden Pole eines Magnets von einander in gar nichts weiter verſchieden ſind, als daſs ſie in Beziehung der electriſchen Ströme, aus denen der Magnet beſteht, entgegengeſetzt liegen, der Südpol nämlich (das heiſst derjenige, der ſich in der Magnetnadel nach Norden richtet) *rechts* von dieſen Strömen, und der Nordpol, der ſich nach Süden dreht, *links* von denſelben.*). Dieſe Art den Magnet ſich vorzuſtellen, bringt alle Erſcheinungen deſſelben auf die electriſchen Ströme zurück, über deren gegenſeitige Wirkung ich ſeit dem

*) Wenn man ſich nämlich in der Richtung, in der dieſe Ströme flieſsen, denkt, das Geſicht von der Achſe abwärts gekehrt, indem für einen auſserhalb der Magnetnadel befindlichen Strom, in welchen man ſich mit dem Geſichte nach dem Magnete zu*gewendet* denkt, der Ampèr'ſche Südpol links iſt. *Gilb.*

Druck des erſten Theils dieſer Abhandlung neue Reſultate erhalten, und der Akademie am 9 October und 6 November mitgetheilt habe, daher ich jetzt wieder auf dieſe Ströme und ihre Wirkungen zurück komme.

Dieſe Art wie ich mir den Magnet denke, als beſtehend aus einer Menge electriſcher Ströme, welche in Ebenen, die auf der geraden Linie durch ſeine beiden Pole ſenkrecht ſtehen, und um dieſe Axe des Magnets flieſsen, — hat mich veranlaſst zu verſuchen, ob ſich nicht die Wirkungen des Magnets ſollten nachahmen laſſen mittelſt ſchraubenförmig gewundener Leiter, in denen, wenn ein electriſcher Strom länge ihnen hinflieſst, jeder einzelne Schraubengang einem electriſchen Strom ungefähr nach der Anordnung darſtellen würde, wie ſie die electriſchen Ströme in einem Magnete haben. Dabei werde, glaubte ich anfangs, der Umſtand nicht von ſtörendem Einfluſſe ſeyn, daſs die Schraubengänge ſchief gegen die Axe ſtehen, wenn man ihnen nur eine recht kleine Höhe gebe. Allein je niedriger man ſie macht, deſto mehr muſs man der Schraubengänge nehmen, und aus dieſem Grunde muſs, wie ich in der Folge fand, die Wirkung dieſes Schiefſtehens immer dieſelbe bleiben, wie niedrig man auch die Gänge mächt.

Ich hatte in dem Aufſatze, den ich in der Akademie am 18 September vorlas, meine Abſicht angekündigt, Meſſingdrähte ſchraubenförmig winden zu laſſen, um mit ihnen alle Wirkungen des Magnets nachzuahmen, ſowohl eines gewöhnlichen Magnets, als auch einer Magnetnadel, und zwar letztere mittelſt eines um eine Glasröhre ſchraubenförmig gewundenen Meſſingdrahtes, der ſammt der Röhre nach Art der Mag-

netnadel auf einer feinen Spitze im Gleichgewichte schwebt; eine Aufhängung, welche ich, wie wir sehen werden, in der Folge mit einer andern vertauschte. Ich erwartete, dass [wenn man durch einen so eingerichteten schraubenförmigen Draht einen electrischen Strom leite] die Enden desselben nicht blos von einem Magnetstabe gerade so würden angezogen und abgestossen werden, als die Pole einer Magnetnadel, sondern dass auch die Einwirkung des Erdkörpers sie in die magnetische Abweichungslinie drehen würde. Das erstere gelang vollkommen mittelst der in Fig. 7 Taf. V abgebildeten Vorrichtung. Aber für die richtende Kraft des Erdkörpers hatte der Apparat nicht genug Beweglichkeit, und diese Kraft wirkte an einem zu kurzen Hebelarm. Ich kam damit erst einige Zeit nachher zu Stande, mit Hülfe der in dem folgenden Abschnitt zu beschreibenden Apparate.

Der Messingdraht, aus welchem der schraubenförmige Leiter besteht, den ich zu jenem Versuche einrichten liess, ist um die beiden Glasröhren *ACD*, *BEF* (Fig. 1) gewunden, und seine beiden Enden sind, das eine durch die erstere, das andere durch die zweite Glasröhre hindurch geführt, kommen bei *D* und *F* heraus, und gehen, das erstere *DG* lothrecht herab in das Queckfilber des darunter stehenden Bechers *M*, das andre lothrecht aufwärts und mittelst zweier rechtwinklicher Kniee in das Queckfilber des Gefässes *N* herab, welches auf dem Träger *POR* steht. Beide Drähte endigen sich mit Stahlspitzen, und diese gehen in das Queckfilber, es steht aber blos die obere Spitze auf dem Boden ihres Bechers *N* auf. Das Queckfilber in den beiden Bechern wird mit den entgegengesetzten

Enden einer Voltaiſchen Säule in leitende Verbindung geſetzt. Es iſt kaum nöthig zu bemerken, das dasjenige Ende dieſer aus dem electriſchen ſchraubenförmigen Meſſingdraht gebildeten Nadel, welches zur *rechten* Hand der electriſchen Ströme liegt, (wenn man ſich in ihre Richtung denkt), in Beziehung auf einen Magnetſtab die Erſcheinungen darſtellt, welche uns der Südpol (gewöhnliche Nordpol) einer gewöhnlichen Magnetnadel zeigt, und das *links* liegende Ende die Erſcheinungen des Nordpols (gewöhnliche Südpol).

Ich ließs mir darauf einen Apparat machen, ganz wie den in Fig. 1 abgebildeten, nur daſs er ſtatt des feſten und des beweglichen geradlinigen Leiters, zwei um Glasröhren ſchraubenförmig gewundene Meſſingdrähte hatte, deren Enden ohne durch die Glasröhren zurück zu gehen, in zwei Becher mit Queckſilber geführt waren, mittelſt deren ſie ſich mit den entgegengeſetzten Enden einer Voltaiſchen Säule eben ſo wie die geradlinigen Leiter jenes Apparates verbinden ließen. Bei den Verſuchen, die ich mit dieſem Inſtrumente machte, entdeckte ich eine neue Thatſache, von der es mir anfangs ſchien, ſie ſtimme nicht überein mit den andern Erſcheinungen gegenſeitiger Wirkung zweier electriſcher Ströme, oder eines electriſchen Stromes und eines Magnets, die ich bis dahin beobachtet hatte. Seitdem habe ich mich indeſs überzeugt, daſs in ihr nichts dem Ganzen dieſer Erſcheinungen Widerſprechendes iſt, daſs man aber, um ſie zu erklären, als allgemeines Geſetz der gegenſeitigen Wirkung zweier electriſcher Ströme auf einander, ein Princip annehmen müſſe, das ich bis jetzt zwar nur für

electrische Ströme, die durch schraubenförmig gewundene Drähte fließen, dargethan habe, das ich aber für allgemein gültig halte für alle unendlich kleinen Theile, aus denen man jeden electrischen Strom gleichsam zusammengesetzt denken muss, wenn man die Wirkungen desselben berechnen will, gleichviel ob er in einer geraden oder in einer krummen Linie fließe.

Dieses *Gesetz* lautet: „Jedes kleinste Theilchen eines electrischen Stroms übt in jeder Richtung auf einen andern electrischen Strom oder auf einen Magnet eine Anziehung oder Abstoßung aus, die derjenigen gleich ist, welche, wenn man sich die Kraft in zweien nach andern Richtungen zerlegt denkt, die beiden Seitenkräfte vereint nach derselben Richtung hin ausüben würden.“

Man übersieht leicht, warum dieses in dem Fall, wenn der electrische Strom längs eines schraubenförmig gewundenen Drahtes fließt, in Rücksicht der Wirkungen gilt, welche nach Richtungen parallel mit der Axe der Schraubengänge und in Ebenen senkrecht auf dieser Axe vor sich gehen. Denn es stehen dann die mittlere Kraft und diese beiden Seitenkräfte für jeden unendlich kleinen Bogen der Schraubenlinie zu einander in einerlei Verhältniss, und eben so die Wirkungen, welche durch die ihnen entsprechenden unendlich kleinen Theile des electrischen Stromes hervorgebracht

*) *La loi dont il s'agit consiste en ce que la petite portion de courant électrique, dirigée suivant la résultante, exerce, dans quelle direction que ce soit, sur un autre courant, ou sur un aimant, une action attractive ou repulsive égale à celle, qui résulterait, dans la même direction, de la réunion de deux portions de courans dirigées suivant les composantes.*

werden; und daraus folgt, daſs dieſes Verhältniſs auch zwiſchen den Integralen dieſer Wirkungen Statt haben muſs.

Gilt aber dieſes Geſetz für zwei Seitenkräfte und die aus ihnen entſpringende mittlere Kraft, ſo muſs es auch für drei, für vier, kurz für jede gröſsere Zahl von Kräften in Beziehung auf die aus ihnen entſpringende mittlere Kraft Gültigkeit haben, da man immer die mittlere Kraft wieder als Seitenkraft betrachten kann.

Und daraus folgt für die durch ſchraubenförmig gewundene Drähte flieſsenden electriſchen Ströme, daſs die durch jeden Schraubengang hervorgebrachte Wirkung aus zwei andern zuſammengeſetzt iſt; nämlich *erſtens* aus der eines parallel mit der Axe der Schraubenlinie flieſsenden electriſchen Stromes, deſſen Intenſität durch die Höhe der Schraubengänge dargeſtellt wird, und *zweitens* durch die eines kreisförmigen electriſchen Stromes, deſſen Intenſität die Kreislinie darſtellt, welche der Durchſchnitt iſt einer auf dieſer Axe ſenkrechten Ebene mit der Oberfläche des Cylinders in der die Schraubenlinie ſich denken läſst. Und da die Summe der Höhen aller Schraubengänge nach paralleler Richtung mit der Axe der Schraube, nothwendig dieſer Axe ſelbſt gleich iſt, ſo folgt hieraus noch, daſs auſser der Wirkung, welche die kreisförmigen Quer-Ströme, die ich mit denen des Magnets vergleiche, hervorbringen, überdem noch ein electriſcher ſchraubenförmig flieſsender Strom dieſelbe Wirkung, als ein Strom von gleicher Intenſität der länge der Axe der Schraube flieſst, hervorbringen muſs.

Führt man durch diese Axe den leitenden Draht, nachdem er die Schraubengänge gebildet hat, zurück, und schliesst ihn, um ihn von ihnen zu isoliren, in einer Glasröhre ein, die sich innerhalb der Schraubenlinie befindet, so hat der electrische Strom in diesem geradlinigen Theile des leitenden Drahtes eine entgegengesetzte Richtung als die parallel mit der Axe gerichtete Seitenkraft, welche beim Fliessen desselben durch die Schraubengänge thätig ist, und wird daher dasjenige anziehen, was dieser abstösst, und abstossen was dieser anzieht. Diese beiden Wirkungen werden sich folglich aufheben, und es wird allein die Wirkung der kreisförmigen Quer-Strömungen übrig bleiben, welche vollkommen ähnlich der Wirkung des Magnets ist. Diese Einrichtung hatte ich dem in Fig. 7 auf Tafel V. abgebildeten Instrumente gegeben, ohne noch diesen Vortheil zu kennen, welchen sie gewährt; und das ist der Grund, warum mir dieses Instrument genau die Wirkungen eines Magnets zeigte. Schraubenförmige Drähte dagegen, durch deren Axe nicht ein geradliniger Theil des Leiters zurück ging, gaben mir überdem die Wirkungen eines geradlinigen der Axe der Schraubengänge gleichen Leiters; und da die Halbmesser der cylindrischen Oberflächen meiner Drahtschrauben ziemlich klein waren, so überwogen selbst in ihnen die Wirkungen nach der Länge die nach der Quer; eine Erscheinung, die mich in Verwunderung setzte, ehe ich die Ursach derselben aufgefunden hatte. Noch war ich mit Aufsuchung derselben beschäftigt, und wollte durch neue Versuche alle Umstände dieser Erscheinung, die ich zuerst in der gegenseitigen Wirkung zweier schraubenförmig gewundenen Leiter, und dann

auch in der eines solchen Leiters auf eine Magnetnadel wahrgenommen hatte, studiren, als sie auch von Hrn Arago in diesem letztern Fall, bevor ich ihm etwas davon gesagt hatte, beobachtet wurde. Diese schraubenförmigen Drähte, in deren Axe der Draht in gerader Linie zurück geht, werden ein vortreffliches Hülfsmittel für experimentale Untersuchungen seyn, weil sie nicht blos, wenn man den Schraubengängen nur wenig Höhe giebt, dieselbe Art von Wirksamkeit als die Magnete äußern, sondern auch, wenn man die Schraubengänge sehr hoch macht, in ihnen einen Leiter hat, der selbst fast ohne Kraft ist *), und doch den electrischen Strom hin und her führt, so daſs man nicht zu fürchten braucht, daſs die in diesem Theile des Leiters befindlichen electrischen Ströme, die zu beobachtenden und zu messenden Wirkungen der andern Theile des Voltaischen Kreises stören möchten.

Die Erscheinungen des Magnets lassen sich auch mittelst eines wie in Fig. 8 Taf. V gewundenen, den electrischen Strom leitenden Drahtes genau nachahmen. In ihm findet zwischen allen Theilen auch der Richtung der Axe dieselbe Compensation statt als in den schraubenförmigen Drähten, die durch die Axe zurücklaufen. Der in der Glasröhre *BH* eingeschlossene Draht ist, wie man sieht, die Fortsetzung dessen, der die kreisförmigen Ringe *E*, *F*, *G* etc. bildet, und jeder dieser Ringe ist mit dem nächst folgenden durch einen kleinen Bogen einer Schraubenlinie verbunden, deren Schraubengänge eine grosse Höhe im Vergleich

*) *un conducteur à-peu-près adynamique.*

mit dem Halbmeſſer der cylindriſchen Oberfläche haben, auf welcher ſie ſich beſchrieben denken laſſen. Da die Wirkungen dieſer kleinen in der Figur mit den Buchſtaben *M*, *N*, *O* etc. bezeichneten Schraubenbogen in der Richtung der Axe der Glasröhre, der Wirkung des Stückes *A B* des Leiters gleich und entgegengeſetzt ſind, beide ſich alſo aufheben, ſo bleiben in dieſem Apparate blos die Wirkungen in den auf der Axe der Glasröhre ſenkrechten Ebenen und die, welche die kleinen Bögen *M*, *N*, *O* etc. in ihnen äuſsern, übrig, welche letzteren aber ſo ſchwach ſind, daſs es ſo gut iſt, als erhielte man in den mit dieſem Apparate angeſtellten Verſuchen blos die Wirkungen der Ringe *E*, *F*, *G*, u. ſ. f.

9.

Seit meinen erſten Verſuchen über den Gegenſtand dieſer Abhandlung, bin ich bemüht geweſen das *Geſetz* aufzufinden, nach welchem ſich die anziehende und die abſtoſsende Wirkung, welche zwei electriſche Ströme auf einander ausüben, zugleich mit ihrer Entfernung von einander und mit dem Winkel, der ihre gegenſeitige Lage beſtimmt, verändern. Ich war hinlänglich überzeugt, daſs ſich dieſes Geſetz nicht aus der Erfahrung ableiten laſſe, weil es nur für Theile des electriſchen Stromes von unendlich kleiner Länge einen einfachen Ausdruck zuläſst, und man mit ſolchen Theilen keine Verſuche anſtellen kann. Die Wirkungen, welche ſich meſſen laſſen, gehören alle zu unendlich vielen ſolchen unendlich kleinen Elementen und ſind die Summen ihrer einzelnen Wirkungen; und dieſe Summen laſſen ſich nur durch zwei

Integrationen finden, von denen die eine für die ganze Ausdehnung des einen electrischen Stroms in Beziehung auf einen Punkt des andern, und die zweite mit dem Resultate dieser ersten Integrirung, innerhalb der durch die Gränzen des erstern Stroms gegebenen Gränzen, für die ganze Ausdehnung des zweiten gemacht werden muss. Das Resultat dieser zweiten Integration, innerhalb der durch die Enden des zweiten Stroms gegebenen Gränzen genommen, ist es allein, was sich mit dem vergleichen lässt, was die Erfahrung uns giebt. Daraus folgt aber, wie ich in meiner am 9 October in der Akademie vorgelesenen Abhandlung bemerkte, dass diese Integrationen das Erste sind, womit man sich beschäftigen muss, wenn man die gegenseitige Wirkung zweier electrischer Ströme, geradliniger oder krummliniger, von gegebener Länge auf einander bestimmen will, oder die Wirkung eines electrischen Stroms auf einen Magnet, oder zweier Magnete auf einander, in so fern man den Magnet als ein System vieler electrischer Ströme von der angegebenen Anordnung betrachtet.

Einem schönen Versuche zu Folge, welchen Hr. Biot zur Vergleichung der Wirknugen angestellt hat, die der Erdkörper in zwei Magnetstäben von gleicher Grösse und Gestalt, die durch einerlei Verfahren magnetisirt, der eine aber hohl, der andere massiv waren, hervorbringt, muss man annehmen, dass die in den Ebenen senkrecht auf der Axe des Magnets befindlichen Ströme von einerlei Intensität sind, weil aus diesem Versuche hervorging, dass die bewegende Kraft der Masse proportional war, und dass folglich die Ursache, von der sie herrührte, mit einerlei Intensität

auf alle Theilchen eines auf der Axe ſenkrechten Querſchnitts wirkte. Dabei variirt aber die Intenſität von Querſchnitt zu Querſchnitt, nach ihrem Abſtande von den Polen. Hat der Magnet eine durch Umdrehen um die gerade Linie durch ſeine beide Pole zu erzeugende Geſtalt, ſo müſſen überdem alle Ströme deſſelben Querſchnitts Kreiſe ſeyn, und dann laſſen ſich die Berechnungen vereinfachen *). Man berechne nämlich

*) Da bei der dunkeln Kürze des Ausdrucks es möglich wäre, daſs ich einiges anders verſtanden hätte als der Verf. es meinte, ſo ſetze ich hier die ganze Methode der Berechnung zugleich in der Urſprache her: „*Ce qui donne un moyen pour ſimplifier les calculs relatifs aux aimans de cette forme, en calculant d'abord l'action d'une portion infiniment petite d'un courant électrique ſur un aſſemblage de courans circulaires concentriques, occupant tout l'espace renfermé dans la ſurface d'un circle, de manière que les intenſités, qu'on leur attribue dans le calcul, ſoient proportionnelles à la diſtance infiniment petite de deux courans conſécutifs meſurée ſur un rayon, puiſque ſans cela le réſultat de l'intégration dépendrait du nombre des parties infiniment petites dans leſquelles on aurait diviſé ce rayon par les circonferences, qui repréſentent les courans; ce qui eſt abſurde. Comme un courant circulaire eſt attiré dans la partie, où il a lieu, dans la direction du courant qui agit ſur lui, et repouſſé dans la partie où il a lieu en ſens contraire, l'action ſur une ſurface de cercle perpendiculaire à l'axe de l'aimant conſiſtera en une réſultante égale à la différence entre les attractions et répulſions décompoſées parallèlement à cette réſultante, et un couple réſultant que les attractions et répulſions tendront également à produire. On en trouvera la valeur par des intégrations relatives aux rayons des courans circulaires, qui devront être priſes depuis zero jusqu'au rayon de la ſurface quand l'aimant eſt plein, et entre les rayons des ſurfaces intérieure et exterieure, quand c'eſt un cylindre creux. Il faudra multiplier alors le réſultat de*

rſt die Wirkung eines unendlich kleinen Theils eines lectriſchen Stroms auf eine Menge kreisförmiger concentriſcher Ströme, die den ganzen Raum einer Kreisfläche einnehmen, und deren Intenſitäten man bei der Berechnung der unendlich kleinen Entfernung zweier nander folgender Ströme, gemeſſen auf einem Halbmeſſer, gleich ſetzt, weil ohnedem das Reſultat der Integration abhängen würde von der Zahl der unendlich kleinen Theilchen, welche die die Ströme repräſentirenden Kreisumfänge auf dieſem Halbmeſſer abſchnitten, und dieſes wäre ungereimt. Da, wenn ein electriſcher Strom auf einen kreisförmigen Strom wirkt, dieſer an der Stelle, wo beide einerlei Richtung haben, angezogen, wo ſie entgegengeſetzt flieſsen, abgeſtoſsen wird, ſo beſteht die Wirkung, welche er auf einen auf der Axe des Magnets ſenkrechten Kreisſchnitt ausübt, aus einer mittlern Wirkung, welche der Differenz unter den Anziehungen und Abſtoſsungen, die ihr

cette operation: 1° par l'épaiſſeur infiniment petite de la tranche et par l'intenſité commune des courans dont elle eſt compoſée; 2° par l'intenſité et la longueur d'une portion infiniment petite du courant électrique qu'on ſuppoſe agir ſur elle; et on aura ainſi les valeurs de la réſultante et du couple réſultant dont ſe compoſe l'action élémentaire entre une tranche circulaire ou en forme de couronne, et une portion infiniment petite de ce courant. Au moyen de cette valeur, s'il s'agit de l'action mutuelle d'un aimant et d'un courant, ſoit rectiligne d'une longueur finie, ſoit curviligne, il n'y aura plus, pour en trouver l'action mutuelle, qu'à exécuter les intégrations qu'exigera le calcul de la réſultante et du couple réſultant de toutes les actions élémentaires entre chaque tranche de l'aimant et chaque portion infiniment petite du courant électrique.

parallel zerfällt worden, und einer zweiten mittleren Wirkung, welche dieſe Anziehungen und Abſtoſsungen ebenfalls hervorzubringen ſtreben. Man findet ihren Werth durch Integrationen in Beziehung auf die Halbmeſſer der kreisförmigen Ströme, welche von o bis zur Oberfläche zu nehmen ſind, wenn der Magnet voll iſt, dagegen von der inneren bis zur äuſseren Oberfläche, wenn er ein hohler Cylinder iſt. Multiplicirt man dann dieſes Reſultat *erſtens* mit der unendlich kleinen Dicke des Kreisſchnitts und mit der gemeinſchaftlichen Intenſität der Ströme, aus denen er beſteht, und *zweitens* mit der Intenſität und der Länge eines unendlichen kleinen Theils des auf dieſen Kreisſchnitt wirkenden electriſchen Stromes, ſo hat man die Werthe der beiden mittleren Wirkungen, aus denen die elementare Wirkungen zwiſchen einem kreis- oder einem ring-förmigen Schnitt des Magnets

Mais ſ'il ſ'agit de l'action mutuelle de deux aimans cylindriques, creux ou ſolides, il faudra d'abord reprendre la valeur de celle d'une tranche circulaire ou en forme de couronne, et d'une portion infiniment petite de courant électrique, pour en conclure, par deux intégrations, l'action mutuelle entre cette tranche et une tranche ſemblable, en conſidérant celle-ci comme compoſée de courans circulaires, diſpoſés comme dans la première. On aura ainſi la réſultante et le couple réſultant de l'action mutuelle de deux tranches infiniment minces, et par de nouvelles intégrations on obtiendra les mêmes choſes relativement à celle de deux aimans compris ſous des ſurfaces de révolution, après toute fois qu'on aura déterminé par la comparaiſon des réſultats du calcul et de ceux de l'expérience, ſuivant quelle fonction de la diſtance de chaque tranche à un des poles de l'aimant, varie l'intenſité des courans électriques de cette tranche.

und einen unendlich kleinen Theil eines electrischen Stromes zusammen gesetzt ist. Man braucht dann nur die Integrationen auszuführen, so hat man die Summe aller gegenseitigen elementaren Wirkungen zwischen jedem Querschnitt des Magnets und jedem unendlich kleinen Theilchen des electrischen Stromes, nach den beiden mittleren Richtungen, und mithin die gegenseitige Wirkung zwischen dem Magnete und einem gerade- oder krumm-linigen electrischen Strome von einer gegebenen Länge. Für die gegenseitige Wirkung, welche zwei Magnete von der gegebenen Gestalt auf einander ausüben, muss man auf ähnliche Art die beiden mittleren Wirkungen zweier kreis- oder ringförmigen Querschnitte derselben auf einander berechnen, und dann integriren, nachdem man jedoch zuvor durch Rechnung und Versuche bestimmt hat, nach welcher Function des Abstands der Querschnitte von einem der Pole des Magnets die Intensität der electrischen Ströme in diesem Querschnitt sich verändert.

Ich habe diese Berechnungen, so fern sie die gegenseitige Wirkung eines Magnets und eines electrischen Stromes, und die gegenseitige Wirkung zweier Magnete betreffen, noch nicht ausgeführt, sondern blos die gegenseitige Wirkung zweier geradliniger electrischer Ströme von endlicher Gröfse unter derjenigen Hypothese durch Rechnung bestimmt, welche den von mir beobachteten Erscheinungen und den allgemeinen Resultaten der Erfahrung, in Beziehung auf den Werth der Anziehung zwischen zwei unendlich kleinen Theilen electrischer Ströme, am besten entspricht. Ich hatte zwar die Absicht meine Formel und ihre verschiede-

nen Anwendungen nicht eher bekannt zu machen, als wenn ich sie mit Versuchen, bei denen alles ganz genau gemessen ist, würde vergleichen können; nach Erwägung aller Umstände der Erscheinungen halte ich indeſs die Hypothese für so wahrscheinlich, dafs ich in einem der folgenden Abschnitte einen kleinen Abriſs der Sache geben will. Ich bemerke hier nur noch, dafs die Voraussetzung, welche man bei den beiden ersten Berechnungen macht, in den electrischen Strömen des Magnets werde durch die Gegenwart eines andern electrischen Stroms oder eines andern Magnets nichts geändert, bei weichem Eisen falsch ist, bei gehärtetem Stahl aber erlaubt zu seyn scheint. Denn da gehärteter Stahl die Modificationen beibehält, welche man in ihm durch Magnetisiren, es sey wie in des Hrn Arago's Versuchen durch einen electrischen Strom, oder auf die gewöhnliche Weise, hervorbringt; so scheint, dafs auch während des Einwirkens eines andern Magnets oder eines electrischen Stroms auf einen Magnet aus gehärtetem Stahl, weder die Richtung noch die Intensität der Ströme, aus denen er besteht, verändert werden können, denn es müſsten sonst diese Veränderungen fortdauern, wenn die Einwirkung aufhört.

Um die Messungen, deren ich bedurfte, mit aller Genauigkeit zu machen, hatte ich einen Apparat einrichten lassen, welchen ich den HH. Biot und Gay-Lussac am 17 Oct. vorgewiesen habe. Er unterschied sich von dem in Fig. 1 abgebildeten blos darin, dafs er statt des festen einen an einem Kreise angebrachten Leiter enthielt, und dieser Kreis sich um eine horizontale Axe drehte, die mittelst einer eingetheilten Rolle, (*poulie de renvoi*) die den Winkel der beiden

electrischen Ströme nachwies, auf der Richtung des beweglichen Leiters stets senkrecht erhalten wurde. Da ich indefs das Instrument bald mit Beibehaltung dieser Einrichtung so veränderte, dafs es sich zu den genauen Messungen, die ich beabsichtigte, sehr viel besser eignete, so bilde ich hier nur diesen verbesserten Apparat ab. Doch nahm ich schon mittelst jenes zum ersten Male die Einwirkung des Erdkörpers auf die electrischen Ströme wahr, welche die gegenseitige Wirkung der beiden Leiter, die ich messen wollte, störte. Ich unterbrach daher damals diese Messung und liefs die beiden Apparate machen, welche diese Wirkung des Erdkörpers in volles Licht setzen, und mittelst deren ich auch in electrischen Strömen die Bewegungen hervorgebracht habe, welche die horizontal schwebende Magnetnadel in die magnetische Abweichungslinie, und die Neigungsnadel in die Ebne des magnetischen Meridians bringen. Ich werde diese letzteren Instrumente, und die Versuche, welche ich mit ihnen angestellt habe, in dem folgenden Abschnitte so beschreiben, wie es in der Abhandlung geschehen ist, die ich am 30 October in der Sitzung der Akademie der Wissenschaften vorgelesen habe.

Hier wende ich mich wieder zu meinem verbesserten Apparate, welcher zum Messen der Wirkung zweier electrischer Ströme in beliebigen Lagen bestimmt ist, und den ich auf Taf. VI in Fig. 10 und 11 abgebildet habe *).

*) Da, der deutlichen Zeichnung dieses Apparats ungeachtet, der Leser Schwierigkeit finden dürfte sich nach dem Original die

[Der bewegliche Theil des einen Schliefsungs-Drahtes, welchen Hr. Ampère den beweglichen Leiter nennt, befindet sich unter dem Glaskasten, und ist an einem senkrecht herabhängenden Drahte *HH* frei schwebend aufgehängt; die Kraft, mit der die electrischen Ströme, welche den festen und den beweglichen Leiter durchfliefsen, auf einander einwirken, wird durch die Windungskraft dieses Drahtes, welche ihnen entgegen wirkt, gemessen.

Um die Kraft zu messen, mit welcher zwei electrische Ströme, die durch geradlinige Leiter fliefsen, einander zu drehen streben, (welches Rotations-Moment mit den Winkeln, welche die Ströme mit einander machen, sich verändert), bedient sich Hr. Ampère als beweglichen Leiters eines wie in Fig. 11 gestalteten Drahtes *ABOCDEF*, welcher nach lothrechter sowohl als nach horizontaler Richtung aus ganz gleichen Theilen besteht, die von dem electrischen Strome in entgegengesetztem Sinne durchflossen werden. Auf diese entgegengesetzten gleichen Ströme wirkt der Erd-Magnetismus auch entgegengesetzt und gleich, seine Wirkungen heben sich also auf, und es ist so gut, als wenn auf einem so gestalteten Leiter der Erd-Magnetismus gar keinen Einfluss hat. Das Ende *A* ist mit einer stählernen Spitze *M*, das Ende *F* mit einer ganz gleichen stählernen Spitze *N* versehen, die beide lothrecht übereinander sind. An diesem obersten Ende wird der bewegliche Draht an den lothrechten Draht *HH* so ge-

Einrichtung und den Gebrauch zu verdeutlichen, so habe ich mir erlaubt in der umklammerten Stelle von Hrn Ampère's Darstellung etwas abzugehen. *Gilb.*

hängt, daſs die beiden Spitzen in das Queckſilber der Stahlſchälchen *KL* (Fig. 10) herabreichen, ohne doch auf dem Boden aufzuſtehen, und dieſe Schälchen ſetzt man mit den beiden Enden einer Voltaiſchen Säule in leitende Verbindung. Setzt man dann dicht unter dem horizontalen Arm *CD* (Fig. 10) des hängenden Leiters einen feſten geradlinigen Leiter in den Glaskaſten, und führt durch ihn einen electriſchen Strom, ſo dreht dieſer den beweglichen Leiter, und die Gröſse des Drehungs-Winkels giebt die Gröſse der Kraft, womit dieſe Drehung geſchieht.

Der Apparat, wie ihn Fig. 10 darſtellt, iſt beſtimmt, die Gröſse der Anziehung oder Abſtoſsung zu meſſen, welche zwei geradlinige electriſche Ströme in gegebenen Entfernungen, und wenn ſie unter gegebenen Winkeln gegen einander geneigt ſind, auf einander ausüben. Auch hier beſteht der bewegliche Leiter wieder aus gleichen entgegengeſetzt liegenden Theilen *ABCd* und *abcDE*, damit die Einwirkung des Erd-Magnetismus auf ihn ſich aufhebe; hängt wie der vorige an dem Draht *HH*, deſſen Wirkung der Anziehung oder Abſtoſsung der beiden Ströme das Gleichgewicht halten ſoll, und taucht die beiden Stahl-Spitzen *A* und *E* in das Queckſilber der Schälchen *K* und *L* ohne den Boden derſelben zu berühren. Dieſe Schälchen können von Stahl oder Platin ſeyn. Die Drähte, auf welchen ſie ſtehen, gehen der eine, *XU*, im Innern der Glasröhre zu dem Queckſilber in dem nächſten Buchsbaum-Schälchen, der andre, *LY*, in hohen Windungen äuſserlich um die Glasröhre zu dem Queckſilber im zweiten Buchsbaum-Schälchen. Jenes wird mit dem einen Ende der Voltaiſchen Säule, die-

ſes durch den Draht V und das federnde Meſſingblech T, mit einem Drahtkreiſe am Umfang des eingetheilten Kreiſes, der den feſten Leiter $S'SRR'$ trägt, in Verbindung geſetzt. Die Glasſäule geht in einer Nuthe, läſst ſich alſo in ihr verſchieben, und wird mit der Schraube a feſt geſtellt. Die Enden des feſten Leiters gehen um den eingetheilten Kreis herum, und hier drückt gegen den einen dieſer Drahtkreiſe das federnde Blech T, gegen den andern das ähnliche federnde Blech ZI, und I wird mit dem andern Ende der Voltaiſchen Säule verbunden. Der feſte Leiter befindet ſich auſserhalb des Glaskaſtens, und der in dem Theil SR deſſelben flieſsende electriſche Strom wirkt durch das Glas hindurch auf den electriſchen Strom, der durch den lothrechten Arm BC des beweglichen Leiters flieſst. Das Fuſsbrett K' des lothrechten eingetheilten Kreiſes des feſten Leiters läſst ſich auf dem horizontalen Brett, auf welchem es ſteht, vorwärts und rückwärts mittelſt der Stellſchraube M bewegen; dieſes Brett ſelbſt aber iſt heraufwärts und ſeitwärts verſchiebbar mittelſt des lothrechten Brettes N, an welchem es feſt ſitzt. Dieſes Brett hat eine lothrechte Nuthe, und das an dem Geſtell des Apparates unbeweglich befeſtigte lothrechte Brett Q eine wagrechte Nuthe; durch beide Spalten geht die Spindel der Preſsſchraube Q, mittelſt welcher man das horizontale Brett in jeder beliebigen Lage feſt ſtellen kann. Der eingetheilte Kreis läſst ſich mittelſt der Schnurräder P, P um die horizontale Axe drehen, welche ihn trägt, und dadurch wird zugleich der Arm SR in lothrechter Ebne gedreht, ſo daſs man ihn unter jedem beliebigen Win-

kel mit der Richtung des Armes BC des beweglichen Leiters ſtellen kann.]

Um die Anziehung und Abſtoſsung zu meſſen, fährt Hr. Ampère fort, welche die beiden Leiter auf einander ausüben, wenn ſie parallel in verſchiedenen Entfernungen von einander ſind, und die gerade Linie durch ihre Mitten (*qui en joint les milieux*) auf ihnen ſenkrecht ſteht, dreht man die lothrechte Axe, von welcher der Draht, der den beweglichen Leiter hält, herabhängt, in eine ſolche Lage, daſs der Arm BC dieſes Leiters ſich lothrecht über dem Nullpunkte des geradlinigen Maſsſtabs gh befindet *); und das läſst ſich dadurch leicht bewerkſtelligen, daſs dieſer Nullpunkt gerade unter der Schneide des am Ende des Maſsſtabs ſtehenden lothrechten Meſſingplättchens m liegt. Der Zeiger np, welcher in n an dem Fuſsbrett des eingetheilten Kreiſes des feſten Leiters befeſtigt iſt, zeigt auf dieſem Maſsſtabe die Entfernung der Arme BC und SR der beiden Leiter von einander. Schlieſst man nun mittelſt der Enden der beiden Leitungen den Kreis der Voltaiſchen Säule, ſo geht der Arm BC vor oder zurück, je nachdem der electriſche Strom deſſelben von dem des Arms SR angezogen oder abgeſtoſsen wird; man führt ihn aber zu ſeiner anfänglichen Lage durch Drehen der Axe, an welcher der Draht HH' hängt, zurück. Die Zahl von Umläufen und von Theilen eines Umlaufs, welche der Zeiger r auf der an dieſer Axe feſt ſitzenden eingetheilten Kreis-

*) Welcher Maſsſtab zu dem Ende durch den Fuſsleiſten in den Glaskaſten ſelbſt hinein gehen muſs, wie auch die Zeichnung andeutet. *Gilb.*

ſcheibe nachweiſt, giebt die Gröſse der Anziehung oder Abſtoſsung, welche die beiden electriſchen Ströme auf einander äuſserten, gemeſſen durch die Windungen des hängenden Drahtes.

Für Phyſiker iſt es kaum nöthig zu erinnern, daſs da die Intenſität der electriſchen Ströme ſich zugleich mit der Wirkſamkeit der Säule immerfort verändert, man zwiſchen je zwei Verſuchen für verſchiedene Entfernungen, oder für verſchiedene Richtungen des beweglichen Leiters, in denen die Linie durch die Mitten beider nicht aufhört auf ihnen ſenkrecht zu ſeyn, — einen Verſuch in einem conſtanten Abſtande mit parallelen Leitern anſtellen muſs, um durch Interpolation die wahre Intenſität der electriſchen Ströme bei jenen Verſuchen beſtimmen zu können. Will man aber die gegenſeitige von BC und SR auf einander für den Fall meſſen, wenn die Linie durch ihre beiden Mitten nicht ſenkrecht auf ihre Richtungen iſt, ſo muſs man die Schraube Q lüften, welche den eingetheilten Kreis des feſten Leiters an dem Apparate feſt hält, ihn in die erforderliche Lage bringen, in dieſer befeſtigen, und dann die in der vorigen Lage angeſtellten Verſuche bei denſelben Winkeln, aber kleinerm Abſtande beider Leiter in dieſer neuen Lage wiederholen, und dann für verſchiedene Abſtände; ſo hat man alles was nöthig iſt, um auf den Einfluſs dieſer verſchiedenen Umſtände auf die gegenſeitige Wirkung der beiden electriſchen Ströme ſchlieſsen zu können. Dann iſt nur noch übrig nachzuſehen, ob das Ganze dieſer Reſultate mit dem übereinſtimmt, was die Berechnung der Wirkung für alle dieſe Umſtände ergiebt, dem angenommenen Geſetze der Anziehung zwiſchen zwei

unendlich kleinen Theilen electrischer Ströme auf einander gemäfs *).

Abschnitt 5. Electrische Ströme werden durch den Erd-Magnetismus nach den magnetischen Weltgegenden gerichtet **).

10.

Dafs es mir anfangs nicht gelingen wollte, den leitenden Draht eines electrischen Stroms durch die Wirkung des Erdkörpers in Bewegung kommen zu sehen, daran war vielleicht weniger die Schwierigkeit den Draht auf eine hinlänglich bewegliche Art zu unterstützen, als das Vorurtheil Schuld, es komme darauf an, den electrischen Strömen, an denen sich die Wirkung des Erdkörpers zeigen solle, eine derjenigen möglichst ähnliche Anordnung zu geben, welche sie im Magnete haben. Diese Idee hatte mich bei dem in Fig. 3 abgebildeten Instrumente, das ich in dieser Absicht ausführen liefs, allein geleitet, indefs ich vielmehr bei der Einrichtung desselben die Theorie hätte zu Rath ziehen sollen, welche die Erscheinungen des Magnets auf die der electrischen Ströme zurückführt. Daher kam es, dafs ich nicht auf den Umstand aufmerksam war, dafs der Südpol der Magnetnadel nur

*) Nach dem Berichte von den Verhandlungen in der Pariser Akademie *der Wissenschaften* während des Monats December, las Hr. Ampère in ihr vor: am 4 December „eine Abhandlung" und in jeder der beiden folgenden Sitzungen „eine Note über das mathematische Gesetz der electrischen Anziehungen und Abstofsungen." *Gilb.*

**) Was in diesem Abschnitt steht, habe ich in der kön. Akad. d. Wissensch. am 30 October vorgelesen. *Amp.*

genau in die horizontale Linie bringen liefs, um welche die doppelte Spirale ſich drehte.

Durch Vermehrung der Zahl der Schraubengänge, aus denen die doppelte Spirale beſteht, kann die von der Kraft der Erde abhängende Wirkung nicht vergröſsert werden, denn die zu bewegende Maſſe wird dann in eben dem Verhältniſſe als die bewegende Kraft vergröſsert. Dieſe Ueberlegung führte mich darauf, daſs ſich dieſelben Erſcheinungen des Richtens nach den Weltgegenden auf eine einfachere Weiſe würden erhalten laſſen, wenn ich den Aequator der Magnetnadel durch einen einzigen in ſich zurücklaufenden Strom darſtellen, und mich zu dem Ende eines Kreiſes aus Kupferdraht bedienen würde, der, wenn auch nicht ganz geſchloſſen, doch nicht weiter offen ſey, als es unumgänglich erfordert werde, um durch Verbinden ſeiner Enden mit den beiden Enden einer Voltaiſchen Säule einen electriſchen Strom durch ihn hindurch leiten zu können. Zugleich überlegte ich, daſs die Geſtalt des Umfangs gleichgültig ſey, wenn nur alle Theile deſſelben ſich in einerlei Ebene befinden; denn es kommt darauf an eine Ebene zu drehen und zu richten.

Ich lieſs dieſen Ideen gemäſs nun zwei Apparate verfertigen, von denen der eine auf Taf. VI in Fig. 11 abgebildet iſt. Der leitende Meſſingdraht bildet einen Kreis *ABCD* von etwas mehr als 2 Decimeter (7½ Z.) Halbmeſſer, und die Enden deſſelben ſind, das Eine an die meſſingne Faſſung *E*, das andre an die meſſingne Faſſung *F* angelöthet, welche ſich an den Enden der kleinen Glasröhre *Q* befinden, und jede mit einer ſtählernen Spitze, *M*, *N*, verſehen ſind, welche in das

Queckſilber der beiden kleinen Platin-Schälchen *O*, *P* eintauchen, von denen allein die obere *N* bis auf den Boden des Schälchens herabgeht. Dieſe beiden Schälchen ſitzen an den meſſingnen Faſſungen *G* und *H* der zum Fuſs dienenden Glasſäule feſt, durch die geradlinig der eine, und um die in weitläuftigen Windungen der andere Schlieſsungsdraht geht, ſo daſs die Wirkungen ihrer beiden Ströme nach Auſsen ſich faſt ganz neutraliſiren. Jener endigt ſich in dem Queckſilber der Schälchens *U*, dieſer des Schälchens *T*, mit welchen beim Schlieſsen die Voltaiſche Säule in Verbindung geſetzt wird. Unter den Glaskaſten, der dieſes Inſtrument gegen die Bewegungen der Luft ſchützt, ſtelle ich noch einen zweiten Kreis von Meſſingdraht, von einem etwas gröſseren Durchmeſſer als den vorigen, der an dem zweiten ganz ähnlichen Glasfuſse in der Lage unbeweglich hängt, welche die Figur zeigt, und auf dieſelbe Weiſe als der bewegliche Kreis mit dem Queckſilber der Buchsbaum-Schälchen *R* und *S* in leitende Verbindung ſteht. Will man die Einwirkung des Erdkörpers auf einen um eine lothrechte Axe beweglichen electriſchen Strom darſtellen, ſo verbindet man blos die beiden Becher *U* und *T* mit den Enden der Voltaiſchen Säule, und mit dieſem Fall haben wir es hier allein zu thun. Läſst man aber zugleich durch den feſten Kreis einen electriſchen Strom gehen, ſo zeigt dieſer Apparat die Wirkungen zweier electriſchen Kreisſtröme auf einander. In unſerm Fall dient der feſte Drahtkreis blos dazu, genau die Lage der auf dem magnetiſchen Meridian ſenkrechten Vertikalebne anzugeben, in welche der bewegliche Kreis durch die Einwirkung der Erde, wenn ein electriſcher Strom ihn durchflieſst, ge-

bracht werden ſoll. Man ſtellt daher zu Anfang des Verſuchs den feſten Kreis mittelſt einer Bouſſole in die gehörige Lage, und den beweglichen Kreis in irgend eine andre beliebige, zum Beiſpiel in den magnetiſchen Meridian ſelbſt. Schlieſst man dann die Kette, ſo kömmt der bewegliche Kreis, ſobald ein electriſcher Strom ihn durchflieſst, in Drehung, ſchwingt einige Mal um den feſten Kreis, und bleibt endlich unter demſelben ſtehen.

Nach welchem Sinn dieſes Drehen vor ſich geht, das hängt von der Richtung ab, in welcher der electriſche Strom durch den beweglichen Kreis flieſst. Will man es voraus beſtimmen, ſo denke man ſich eine gerade Linie, die durch den Mittelpunkt des beweglichen Kreiſes gehe, und auf der Ebene deſſelben ſenkrecht ſtehe. Befindet ſich der bewegliche Kreis unter dem feſten, ſo iſt dieſe Linie in dem magnetiſchen Meridian, und zwar ſo, daſs wenn man ſich den Strom auf irgend einen Punkt auſserhalb des Kreiſes *) wirkend denkt, das rechts von demſelben liegende Ende dieſer Linie, (und folglich das einem Beobachter, der ſich in den electriſchen Strom, das Geſicht nach der Linie im Mittelpunkte deſſelben gewendet, verſetzt denkt, links liegende Ende dieſer Linie), nach Norden zu gekehrt ſeyn würde; wodurch die Richtung beſtimmt iſt, in welche ſich der bewegliche Kreis dreht.

In dem zweiten Apparate, den man auf Taf. VI in Fig. 12 abgebildet ſieht, wird der Aequator der Neigungs-Nadel durch ein ungefähr 3 Decimeter (11 Zoll) breites, und 6 Decimeter (22 Zoll) langes Rechteck

*) In der Ebene deſſelben.

aus Meſſingdraht *A B C D E F* dargeſtellt, welches in *A* an einem, wie *H A K* geſtalteten Stückchen Meſſingdraht gelöthet iſt, das ſelbſt an der Meſſing-Faſſung *H* der Glasröhre *X Y* feſt ſitzt, und mit einer kleinen ſtählernen Spitze verſehen iſt, die auf der glatten Fläche des umgebognen Randes (*le rebord taillé en biſeau*) der kleinen Eiſenplatte *N* aufliegt, auf welche man etwas Queckſilber mit dieſer Axe in Berührung bringt. Der Meſſingdraht des Rechtecks geht von *F* durch die Glasröhre *X Y* bis zu der Meſſingfaſſung *G* am andern Ende derſelben, welche ebenfalls mit einer Stahlſpitze verſehen iſt, die auf dem umgebogenen Rand einer kleinen Eiſenplatte *M* aufliegt, wo man gleichfalls etwas Queckſilber hinbringen muſs *). Die beiden metallnen Füſse *P Q* und *R S*, welche die beiden Eiſenplättchen *M* und *N* tragen, werden mit dem Queckſilber in den beiden Buchsbaum-Schalen *T* und *U*, und dieſes mit den beiden Enden der Voltaiſchen Säule leitend verbunden. Um zu verhindern, daſs das lange Draht-Rechteck ſich nicht biege, befindet ſich noch in der Mitte der Glasröhre eine meſſingne Faſſung *I*, an welche ein ſehr

*) Das Zwiſchenbringen von Queckſilber zwiſchen je zwei verſchiedenen, nicht an einander gelötheten Theilen der Leitung, iſt in dieſem Inſtrumente und in den andern von mir hier beſchriebenen, zwar nicht unumgänglich nöthig, aber doch das beſte mir bekannte Mittel, um des Glückens der Verſuche ſicher zu ſeyn. Zwei Mal hatte ich denſelben Verſuch vergebens angeſtellt, als ich aber bei nochmaligem Wiederholen derſelben, durch ein Queckſilber-Kügelchen eine beſſere Verbindung bewirkte, gelang er vollkommen. *Amp.*

dünnes und ſehr leichtes hölzernes Trapez *Z V* befeſtiget iſt, deſſen Enden die Mitten der der Glasröhre parallelen Arme *B C* und *D E* des Draht-Rechtecks tragen.

Dieſes ſind die beiden Apparate, mit deren Hülfe ich, in häufig wiederholten Verſuchen, die Erſcheinungen der richtenden Einwirkung der Erde auf electriſche Ströme, ſehr viel vollſtändiger als mit der doppelten Spirale dargeſtellt habe. In dem *erſten* drehte ſich der bewegliche kreisförmige Leiter, gerade ſo, wie ich es angegeben habe, und blieb nach einigen Schwingungen hin und her genau in der Lage ſtehen, welche ihm die Wirkung der Erde, der Theorie zu Folge, geben mußte. Bei den Verſuchen mit dem *zweiten* Apparate ſetzte ich vor dem Schlieſſen der Voltaiſchen Säule das Draht-Rechteck in Schwingungen, da es dann in eine Lage kam, in der feſt beſtehendes Gleichgewicht Statt fand. Beim Schlieſſen der Säule verlieſs es dieſe Lage, um ſich mehr oder weniger genau in diejenige zu verſetzen, in welcher ſich der Aequator einer Neigungs-Nadel in Ruhe befindet, und blieb in ihr nach einigen Schwingungen ſtehen, im Gleichgewichte zwiſchen der richtenden Kraft, welche die Erde auf daſſelbe äuſserte, und der Schwere, welche dann den Neigungs-Draht etwas bog, wodurch der Schwerpunkt des Leiters unter die horizontale Axe der Drehung herab kam. Sobald der Voltaiſche Kreis geöffnet wurde, kam das Draht-Rechteck zu ſeiner erſten Lage mehrentheils wieder zurück, und geſchah das nicht genau, blieb es ſelbſt einige Male ziemlich weit von derſelben ſtehen, ſo ergaben alle Umſtände des Verſuchs, daſs

daran ein Biegen des Drahtes und Verrücken des Schwerpunktes Schuld war, welches beim Oeffnen der Kette noch fortdauerte. In diesen Fällen schloss ich die Säule verkehrt als zuvor, um zu zeigen, dass nicht der Strom der Säule an dieser Wirkung Antheil habe, indem sie dann immer noch in demselben Sinne Statt hatte, indefs der electrische Strom im entgegengesetzten Sinne als zuvor durch den Leiter floss. Dass die Bewegungen jedesmal in dem Sinne vor sich gingen, in welchem der Aequator einer Neigungs-Nadel sich bewegen würde, brauche ich kaum hinzu zu fügen. In allen Fällen drehte sich das Ende einer auf der Ebene des Draht-Rechtecks senkrechten geraden Linie, welche sich rechts von dem electrischen Strome (und folglich von Jemand, der sich in der Richtung des Stromes mit dem Gesichte nach der Axe der Drehung zu gewendet befände, links) befand, herabwärts, wie es der Südpol (Nordpol) eines Magnets thun würde, den dieses Ende darstellt.

Erklärung der Figuren
auf den vier zu diesem Aufsatze gehörenden Kupfertafeln.

Taf. III Fig. 1 stellt die beiden Apparate vor, mittelst deren Hr. Ampère nachweist, dass wenn zwei einander parallele Schliefsungsdrähte Voltaischer Säulen nicht weit von einander abstehen, und der eine sehr leicht drehbar ist, er von dem andern angezogen wird, wenn die gleichartigen Electricitäten an derselben Seite der parallelen Stücke eintreten, dagegen abgestofsen wird, wenn die gleichartigen Electricitäten in den einen an der entgegengesetzten Seite als in den andern eintreten; im Widerspruch gewisser Massen mit dem gemeinen Verhalten electrisirter (d. h. eine electrische Spannung äufsernder) Körper.

Der Apparat Fig. 2 zeigt das nämliche für zwei ſpiralförmig gewundene Schlieſsungs-Drähte, deren Spiralen zwei einander parallele Ebenen bilden.

Fig. 6 ſtellt die kleinen Magnetnadeln vorn und ſeitwärts vor, welche ſenkrecht auf die Drähte der Apparate Fig. 1 und Fig. 5 geſetzt, unter ſich, oder mit geſchloſſenen Voltaiſchen Kreiſen, dieſelben Erſcheinungen im Drehen der beweglichen Drähte, als die ſogenannten electriſchen Ströme hervorbringen.

Taf. IV Fig. 3 iſt Hrn Ampère's *aſtatiſche*, d. h. durch fremde Einflüſſe nicht gehemmte *Magnetnadel*, durch welche er die richtende Einwirkung electriſcher Ströme zeigt.

Fig. 4 ſein Apparat um die anziehende Einwirkung derſelben einzeln nachzuweiſen.

In dem Apparat Fig. 5 bewirken zwei electriſche Ströme, oder ein electriſcher Strom und ein Magnetſtab, oder zwei Magnete, ein Drehen in dem beweglichen Draht-Leiter, dem Ampère'ſchen Geſetze für electriſche Ströme und ſeiner Vorſtellung von der electriſchen Natur des Magnets entſprechend.

Taf. V Fig. 7 und Fig. 8 ſind Nachahmungen von Magnetſtäben durch electriſche Ströme, Hrn Ampère's Vorſtellungen von dem Magnete entſprechend; der Schlieſsungsdraht leitet um die Glasröhre electriſche Ströme, in Ebenen nahe ſenkrecht auf der Axe der Röhre, insgeſammt nach einerlei Richtung, und nun wirkt ein Magnetſtab auf ſie, wie auf andre Magnetſtäbe.

Der in Fig. 9 vorgeſtellte Apparat bildet durch electriſche Ströme die Abweichungs-Nadel nach, und zeigt, daſs der Erd-Magnetismus einen kreisförmigen, um eine lothrechte Axe drehbaren Leiter eines electriſchen Stromes in eine Richtung ſenkrecht auf den magnetiſchen Meridian dreht.

Taf. VI Fig. 10 iſt das Inſtrument, womit Hr. Ampère die Gröſse der Wirkung, welche electriſche Ströme auf einander unter verſchiedenen Umſtänden ausüben, miſst; und dazu gehört Fig. 11.

Fig. 12 ſtellt endlich den Apparat vor, in welchem der Erd-Magnetismus in einem electriſchen Strome die Erſcheinungen der Neigungs-Nadel hervorbringt.

Gilbert.

II.

Ueber die wahre Beſchaffenheit des magnetiſchen Zuſtandes des Schlieſsungs-Drahtes in der Voltaiſchen Säule,

von

J. J. Prechtl, Reg. R. u. Direct. d. polyt. Inſt. in Wien.

1. Der Schlieſsungs-Draht der Voltaiſchen Kette oder Säule, deſſen Magnetismus ſeit Oerſted's Entdeckung ein Gegenſtand der Unterſuchungen der Phyſiker iſt, zeigt nach den bisher darüber gepflogenen, und wohl nunmehr in dieſer Hinſicht abgeſchloſſenen Unterſuchungen, folgende Grund-Erſcheinung. Man ſtelle ſich vor, in der einfachen Kette geſchehe eine electriſche Strömung durch den Schlieſsungs-Draht in der Richtung vom Kupferpol zum Zinkpol, und bei der Voltaiſchen Säule erfolge dieſe Strömung vom Zinkpol zum Kupferpol: ſo erfolgt, wenn man eine Magnetnadel *über* den Schlieſsungs-Draht hält, eine Ablenkung ihres Nordpols rechts von der Richtung jener Strömung: hält man die Nadel *unter* den Schlieſsungs-Draht, ſo erfolgt jene Ablenkung des Nordpols links von der Richtung jener Strömung. Unterſucht man zugleich die magnetiſchen Anziehungen an den Seiten des Drahtes, ſo findet ſich, daſs auch dieſe, je nach der Lage ihrer Punkte, der Magnetnadel eine ähnliche Lage zu geben ſtreben, oder daſs im Allge-

meinen, wenn mehrere frei bewegliche kleine Magnetnadeln der Wirkung dieſer Anziehungen folgten, ſie ſich nach einer und derſelben Richtung um die Peripherie dieſes Drahtes herum legen würden, wie Fig. (1) Taf. V für einen Querſchnitt des Schlieſsungs-Drahtes vorſtellt.

2. Herr Ampère, dem das Verdienſt zukömmt, mehrere hierher gehörige Thatſachen aufgefunden zu haben, (unter andern die wichtige Modification der magnetiſchen Wirkung des Schlieſsungs-Drahtes durch die Anwendung der ſchraubenförmigen Windungen), hat in ſeiner ausführlichen Abhandlung dieſe Erſcheinungen durch die Hypotheſe eines *electriſchen Stromes* zu erklären geſucht, dem die Eigenſchaft zukommt, den Nordpol rechts, den Südpol links von ſeiner Richtung zu ſetzen; und er hat auf dieſe Art eine (wie ſich ſpäterhin zeigen wird) complicirte, erſt ſelbſt einer weiteren Erklärung bedürftige Erſcheinung zum Erklärungsgrund der ganzen Reihe der magnetiſchen Erſcheinungen genommen. Ich werde in dieſem Aufſatze beweiſen, daſs die Annahme dieſer Strömungen unnöthig, und die daraus abgeleitete Erklärungsart unſtatthaft iſt; und daſs die Erklärung der Erſcheinungen des electriſchen Schlieſsungs-Drahtes keiner neuen Hypotheſen bedarf, ſondern ſich auf das Fundamentalgeſetz aller electriſchen und magnetiſchen Erſcheinungen, „daſs nämlich ungleichnamige Pole ſich anzuziehen, und gleichnamige ſich zurückzuſtoſsen ſcheinen,“ zurückführen laſſe *).

*) Es ſey mir erlaubt hierbei zu bemerken, daſs die Vorſtellung *eines electriſchen Stromes* in dem geſchloſſenen galvaniſch-

3. Als ich vor längerer Zeit in Geſellſchaft der Herren Profeſſoren Neumann und Dr. Scholz mit einer einfachen Kette, beſtehend aus einer in einem ſchmalen kupfernen Gefäſse befindlichen Zinkplatte

electriſchen Kreiſe Volta's angehört, auf deſſen Autorität Hr. Ampère ſie annahm. Auch ich habe in meinem Aufſatze in St. 12 J. 1820, deſſen Zweck es war, die Oerſted'ſchen und die Genfer Ausſagen zu prüfen, und meine Leſer, in ſo weit es hier auf Anwendung der Voltaiſchen Theorie anzukommen ſchien, zu orientiren, auf dieſer Vorſtellung als der einfachſten gefuſst, um fürs Erſte zu einem ſichern Anhaltspunkte zuverläſſiger Thatſachen für die weitere Forſchung, und zu einer allgemeinen, ſie alle umfaſſenden Ausſage zu gelangen. Daſs in der Theorie zweier electriſcher Materien die Erklärung eine ganz andere werden müſſe, iſt dort unter (4) S. 342 erinnert worden. „Wie geht es zu, daſs ein electriſcher Strom „die Magnetnadel dieſer allgemeinen Ausſage entſprechend aus „ihrer Richtung ablenkt?“ Dieſes war die *zweite*, entferntere liegende Frage. In dem, was Hr. Ampère zur Beantwortung derſelben gethan hat, beſteht das Verdienſtliche ſeiner Arbeit und das Eigenthümliche ſeiner Lehre, welche folgendermaſsen lautet: „Zwei electriſche Ströme ziehen ſich an oder ſtoſsen ſich ab aus der Ferne, je nachdem ſie nach einerlei oder nach entgegengeſetzter Richtung flieſsen;“ und „Alle Erſcheinungen des gegenſeitigen Einwirkens von electriſchen Strömen, von Magnetnadeln, und von dem Erd-Magnetismus eines auf die andern laſſen, ſich genügend aus der Hypotheſe ableiten, daſs im Magnete die Axe deſſelben von ſolchen electriſchen parallelen Strömen in Ebenen, welche ſenkrecht auf derſelben ſtehen, umkreiſt wird.“ Wäre es gewiſs, daſs in dem Schlieſsungs-Drahte des galvaniſch-electriſchen Kreiſes ein einfaches Strömen der Electricität, wie Hr. Ampère es ſich mit Volta dachte, wirklich Statt findet, ſo würden ſeine ſcharfſinnigen Unterſuchungen wenig zu thun übrig laſſen, und nur die Räthſel nicht blos dieſer neuen Erſcheinungen,

meinen, wenn mehrere frei bewegliche kleine Magnetnadeln der Wirkung dieſer Anziehungen folgten, ſie ſich nach einer und derſelben Richtung um die Peripherie dieſes Drahtes herum legen würden, wie Fig. (1) Taf. V für einen Querſchnitt des Schlieſsungs-Drahtes vorſtellt.

2. Herr Ampère, dem das Verdienſt zukömmt, mehrere hierher gehörige Thatſachen aufgefunden zu haben, (unter andern die wichtige Modification der magnetiſchen Wirkung des Schlieſsungs-Drahtes durch die Anwendung der ſchraubenförmigen Windungen), hat in ſeiner ausführlichen Abhandlung dieſe Erſcheinungen durch die Hypotheſe eines *electriſchen Stromes* zu erklären geſucht, dem die Eigenſchaft zukommt, den Nordpol rechts, den Südpol links von ſeiner Richtung zu ſetzen; und er hat auf dieſe Art eine (wie ſich ſpäterhin zeigen wird) complicirte, erſt ſelbſt einer weiteren Erklärung bedürftige Erſcheinung zum Erklärungsgrund der ganzen Reihe der magnetiſchen Erſcheinungen genommen. Ich werde in dieſem Aufſatze beweiſen, daſs die Annahme dieſer Strömungen unnöthig, und die daraus abgeleitete Erklärungsart unſtatthaft iſt; und daſs die Erklärung der Erſcheinungen des electriſchen Schlieſsungs-Drahtes keiner neuen Hypotheſen bedarf, ſondern ſich auf das Fundamentalgeſetz aller electriſchen und magnetiſchen Erſcheinungen, „daſs nämlich ungleichnamige Pole ſich anzuziehen, und gleichnamige ſich zurückzuſtoſsen ſcheinen,“ zurückführen laſſe *).

*) Es ſey mir erlaubt hierbei zu bemerken, daſs die Vorſtellung *eines electriſchen Stromes* in dem geſchloſſenen galvaniſch-

3. Als ich vor längerer Zeit in Geſellſchaft der Herren Profeſſoren Neumann und Dr. Scholz mit einer einfachen Kette, beſtehend aus einer in einem ſchmalen kupfernen Gefäſse befindlichen Zinkplatte

electriſchen Kreiſe Volta'n angehört, auf deſſen Autorität Hr. Ampère ſie annahm. Auch ich habe in meinem Aufſatze in St. 12 J. 1820, deſſen Zweck es war, die Oerſted'ſchen und die Genfer Ausſagen zu prüfen, und meine Leſer, in ſo weit es hier auf Anwendung der Voltaiſchen Theorie anzukommen ſchien, zu orientiren, auf dieſer Vorſtellung als der einfachſten gefuſst, um fürs Erſte zu einem ſichern Anhaltspunkte zuverläſſiger Thatſachen für die weitere Forſchung, und zu einer allgemeinen, ſie alle umfaſſenden Ausſage zu gelangen. Daſs in der Theorie zweier electriſcher Materien die Erklärung eine ganz andere werden müſſe, iſt dort unter (4) S. 342 erinnert worden. „Wie geht es zu, daſs ein electriſcher Strom „die Magnetnadel dieſer allgemeinen Ausſage entſprechend aus „ihrer Richtung ablenkt?“ Dieſes war die *zweite*, entferntere liegende Frage. In dem, was Hr. Ampère zur Beantwortung derſelben gethan hat, beſteht das Verdienſtliche ſeiner Arbeit und das Eigenthümliche ſeiner Lehre, welche folgendermaſsen lautet: „Zwei electriſche Ströme ziehen ſich an oder ſtoſsen ſich ab aus der Ferne, je nachdem ſie nach einerlei oder nach entgegengeſetzter Richtung flieſsen;“ und „Alle Erſcheinungen des gegenſeitigen Einwirkens von electriſchen Strömen, von Magnetnadeln, und von dem Erd-Magnetismus eines auf die andern laſſen, ſich genügend aus der Hypotheſe ableiten, daſs im Magnete die Axe deſſelben von ſolchen electriſchen parallelen Strömen in Ebenen, welche ſenkrecht auf derſelben ſtehen, umkreiſt wird.“ Wäre es gewiſs, daſs in dem Schlieſsungs-Drahte des galvaniſch-electriſchen Kreiſes ein einfaches Strömen der Electricität, wie Hr. Ampère es ſich mit Volta dachte, wirklich Statt findet, ſo würden ſeine ſcharfſinnigen Unterſuchungen wenig zu thun übrig laſſen, und uns die Räthſel nicht blos dieſer neuen Erſcheinungen, ſondern

an einander, oder es ist das eine Ende eines jeden Stückchens ein Nordpol, das andere ein Südpol. Das nämliche muss nun auch Statt finden, wenn sehr viele solche Stückchen vorhanden sind; oder mit andern Worten: der Schliefsungs-Draht hat in seinen Querschnitten sehr viele entgegengesetzte Pole an einander liegen. Die nach der Längendimension des Drahtes liegenden Pole sind an einander in Ruhe, und stützen sich sämmtlich auf die beiden Endpole der Säule; aber die Polaritäten der einzelnen Magnetismen treten nach den Querschnitten des Drahtes hervor.

5. Als ich diese Sache näher betrachtete, und fand, dass sich daraus nicht nur alle Erscheinungen des Schliefsungs-Drahtes erklären, sondern auch berechnen liefsen: so wurde mir diese Meinung beinahe zur Gewifsheit. Da mir jedoch keine Erfahrung über *Transversal-Magnetismen* oder über ihre Möglichkeit in der Art, wie sie hier vorausgesetzt wurden, bekannt waren, so bemühte ich mich, sie auf irgend eine Art darzustellen, um die Erscheinungen des Schliefsungs-Drahtes an denselben zu controliren.

Auf folgende Art, die sich auf die Voraussetzung gründet, dass Transversal-Magnetismen sich dann einfinden müssen, wenn sich die Magnetismen nicht nach der Länge etabliren können, ist mir dieses gelungen, und ich glaube dadurch zugleich einige neue Thatsachen für die Lehre des Magnetismus erworben zu haben.

6. Man wickle auf einer Glasröhre oder einem hölzernen Cylinder feinen oder gröberen Stahldraht in Spiralen auf, so dass sich diese einander berühren, und als ein zusammen hängender Ueberzug die Unterlage

bedecken. Man ſetze dann an das eine Ende dieſes überſponnenen Cylinders den Süd- oder den Nord-Pol eines Magnets, und führe ihn nach der Länge des Cylinders, jedoch ſo über ihn hin, daſs die Richtung des Striches in einer Ebene mit der Axe des Cylinders bleibt. Es entſteht auf dieſe Art ein Magnet, der folgende Eigenſchaften hat:

a) Seiner ganzen Länge nach hat er auf der einen Seite den Nord- und auf der entgegengeſetzten Seite den Süd-Pol.

b) Dieſe Transverſal-Magnetismen ſind in allen Punkten der Länge des Draht-Cylinders gleich ſtark.

c) Die beiden Enden deſſelben zeigen dagegen *keine* Pole, und ſie haben keinen andern Magnetismus, als denjenigen, welcher jedem einzelnen Punkte der ganzen Länge zugehört; (der Transverſal-Magnet befindet ſich alſo in demſelben Zuſtande, wie die geſchloſſene Säule.)

d) Hält man dieſen *Transverſal-Magneten* über eine Magnetnadel in die Abweichungs-Ebene, ſo lenkt er, ganz auf dieſelbe Weiſe, wie der Schlieſsungs-Draht, den Nordpol der Nadel rechts oder links ab, je nachdem der wirkende Nordpol ſeiner Transverſal-Magnetismen links oder rechts liegt, und zwar mehr oder weniger ſtark; bei gehöriger Stärke ſeiner Magnetiſirung bis zu 90°.

e) Führt man den einen Pol eines Magneten über dieſen Transverſal-Magneten dergeſtalt hin, daſs er um denſelben eine Spirale beſchreibt; ſo magnetiſirt ſich derſelbe *nach der Länge*, die Transverſal-Magnetismen verſchwinden, die beiden Pole befinden ſich an den beiden Enden, und er gleicht nun einem ge-

wöhnlich magnetisirten Stahldrahte. Die Longitudinal- und Transversal-Magnetismen sind daher in ihrer vollständigen Aeusserung neben einander nicht verträglich.

f) Eben so tritt bei diesem Magneten die Longitudinal-Magnetisirung ein, wenn man denselben spiralförmig über einen Cylinder aufwindet. In diesem Falle erhalten die Transversal-Magnetismen ihre Richtung nach der Länge dieser Spirale, und diese erhält nun Polarität nach der Länge. Hält man diese neue Spirale unter einem rechten Winkel über eine Magnetnadel, so lenkt sie diese nach der Richtung ihrer Axe. Es schien mir bei diesen Versuchen, dass dasjenige Ende des Transversal-Magneten, welches zunächst nach der Richtung der magnetischen Directionslinie der Erde stand, den Nordpol annahm, das entgegengesetzte den Südpol, was ich jedoch mit Sicherheit noch nicht aussagen kann.

7. Ausser diesem *Transversal-Magneten mit einfacher Polarisirung* lassen sich ohne Schwierigkeit Magnete mit *mehrfachen* transversalen Magnetismen herstellen. Auf folgende Art erhält er an der Peripherie eines Querschnitts *vier* entgegengesetzte Pole, welche zur Darstellung der Haupterscheinungen des electrischen Schliessungs-Drahtes hinreichen.

Man nehme vier Magnetstangen von etwa ¼ Zoll Dicke (Fig. (3) Taf. V), bereite ein Brettstückchen vor, welches in der Mitte mit einer Oeffnung von etwa 1 Zoll Durchmesser versehen ist, und in welchem sich, unter rechten Winkeln sich kreutzend, Einschnitte befinden, in welche die Magnetstangen eingeschoben werden können, so dass ihre schmalen Seiten aufwärts

ſtehen; befeſtige dann in dieſen Einſchnitten die Magnetſtangen dergeſtalt, daſs in der Oeffnung des Brettes gleiche Pole einander gegenüber ſtehen, oder in der Richtung ihres Umkreiſes auf jeden Nordpol jedesmal ein Südpol folgt; und richte ſie ſo, daſs dieſe Pole dem Umkreis des gewundenen Drahtes (von etwa ½ Zoll Durchmeſſer) in gleicher Entfernung (hier von 90° zu 90°) berühren. Nun ziehe man dieſen gewundenen Draht durch die von den vier Magnet-Polen gebildete Oeffnung hindurch, wobei man jedoch darauf zu ſehen hat, daſs der gewundene Draht nicht um ſeine Axe gedreht werde, ſondern daſs die Richtung jedes einzelnen Magnet-Pols in derſelben Ebene mit der Axe deſſelben bleibe; (denn widrigenfalls bekommt der Magnet den Longitudinal-Magnetismus).

8. Statt des gewundenen Eiſen- oder Stahl-Drahtes kann auch eine maſſive cylindriſche *Stahlſtange* genommen werden. Sie nimmt, auf dieſelbe Art behandelt, gleichfalls dieſen mehrfachen Transverſal-Magnetismus an, ohne daſs ihre Enden einen ſtärkeren Magnetismus erhalten, als jeder ihrer Querſchnitte. Es braucht übrigens keine Erinnerung, daſs man auf dieſelbe Art die Transverſal-Polaritäten eines Querſchnitts ſo ſehr vervielfältigen könne, als es das Verhältniſs der Dicke der Enden der Magnetſtangen zu der Peripherie des transverſal zu magnetiſirenden Stahlcylinders zuläſst.

9. Dieſe *Transverſal-Magneten mit mehrfacher Polarität* haben alle vorher genannten Eigenſchaften des einfachen Transverſal-Magneten, nur ſind ihre Erſcheinungen noch mehr übereinſtimmend mit denen des electriſchen Schlieſsungs-Drahtes. Denn un-

ter dieſer mehrfach polariſirten Magneten iſt nun die Ablenkung der Magnetnadel die entgegengeſetzte von jener *über* demſelben.

10. Auf folgende Art kann man *einen Querſchnitt* des *mehrfach* polariſirten Transverſal-Magneten in gröſserem Maſsſtabe und mit verhältniſsmäſsig vergröſserter Anzahl von Polarităten darſtellen.

Man nehme einen Ring von Stahldraht, von etwa 4 bis 6 Zoll Durchmeſſer, und verſehe ihn auf ſeinem ganzen Umkreiſe mit ſo vielen Polen, als man darauf anbringen kann. Dieſes geſchieht, indem man den Ring auf einen Tiſch legt, die beiden Pole eines hufeiſenförmigen Magneten, die ſo nahe als möglich bei einander ſtehen, auf einen Theil deſſelben ſetzt, ſie von hier abſetzt und weiter fort aufſetzt, bis man wieder auf den Punkt zurück gekommen iſt, von dem man ausgieng. Hierbei hat man aber darauf zu ſehen, daſs zwiſchen der Stelle, auf welcher der eine Pol zuletzt geſtanden, und der, wo man den andern Pol des Magnets neuerdings aufſetzt, etwa eben ſo viel Zwiſchenraum bleibe, als zwiſchen den beiden Polen des hufeiſenförmigen Magnets (oder auch zweier auf ähnliche Art eingerichteter Magnetſtangen) vorhanden iſt. Auf dieſe Art iſt es leicht, auf einem Stahlringe von 5 bis 6 Zoll Durchmeſſer 20 bis 30 entgegengeſetzte Pole neben einander anzubringen.

Dieſer Stahlring, welcher einen Querſchnitt des mehrfach polariſirten Transverſal-Magneten vorſtellt, giebt mit Rückſicht auf gröſsere Ausdehnung und geringere Anzahl den hier vorhandenen Magnetismen alle Erſcheinungen, welche ein Querſchnitt des *Schlieſsungs-Drahtes* darbietet. In jedem Theile deſſelben

ſteht die Magnetnadel mit ihrem Nordende über demſelben rechts, wenn ſie unten links ſteht, und umgekehrt.

11. Dieſe directen Verſuche laſſen über die Art des magnetiſchen Zuſtandes des Schlieſsungs-Drahtes keinen Zweifel mehr übrig. Alle hierher gehörigen Erſcheinungen erklären ſich aus dieſem Stande der Sache ganz natürlich und von ſelbſt, weil die Erſcheinungen der Transverſal-Magneten ſich ſämmtlich auch an dem electriſchen Schlieſsungs-Drahte wiederfinden. Zu dieſem Behufe iſt es hinlänglich die Transverſal-Magnetismen des Querſchnitts eines ſehr dünnen Schlieſsungs-Drahtes auf folgendes Schema zu reduciren: $c \pm \frac{a}{b} \mp d$. Denn betrachtet man den Querſchnitt des Schlieſsungs-Drahtes Fig. 2 in ſeiner Wirkung auf einen Magneten oberhalb und unterhalb, und nimmt man ſeinen Durchmeſſer als gering an, ſo ſind die Magnetismen der oberen Hälfte + — + — + — + — in ihrer Wirkung auf die Richtung der Nadel, gleich einem Magneten mit der Richtung NS, und die untere Hälfte gleich einem ſolchen mit der Richtung SN.

α) *Zwei Schlieſsungs-Drähte*, welche von derſelben Richtung aus in der Kette magnetiſirt ſind, *ziehen* einander *an*; ſind ſie in entgegengeſetzter Richtung magnetiſirt, ſo *ſtoſsen* ſie ſich *ab*. Denn im erſten Falle kommt die Seite *a* oder *c* des einen Drahtes der Seite *b* oder *d* des zweiten Drahtes gegenüber, ſie ziehen ſich alſo an. Im zweiten Falle kommen der Seite *a* oder *c* des erſten Drahtes, die Seiten *a* oder *c*

des zweiten Drahtes gegenüber; sie stoßen sich also ab, indem gleichnamige Pole sich gegenüber stehen.

b) Legt man einen Eisendraht auf den Schließungs-Draht in die Ebene seiner Axe, so erfolgt keine Magnetisirung; eben so wenig, als die Magnetisirung eines Eisendrahtes erfolgt, welchen man in die Ebene der Axe des transversalen Magnets legt, weil keine magnetische Ladung, d. i. Abwechslung von Nord- und Süd-Polen, nach der Längen-Dimension vorgeht.

c) Windet man den Schließungs-Draht in *Spiralen*, und bringt in deren Axe einen Eisendraht, so wird dieser *magnetisirt*, weil (§. 6. *f.*) in diesem Falle die Transversal-Magnetismen des Schließungs-Drahts in die Längen-Dimension oder in die Richtung der Axe der Spirale fallen, folglich Magnetisirung nach der Länge erfolgt. Diese Magnetisirung ist ihrer Polarität nach entgegengesetzt, je nachdem die Windungen des Schließungs-Drahtes rechts oder links gezogen sind, weil diese Verschiedenheit der Windungen die Folge hat, daß entweder die eine Seite (*c*) des Schließungs-Drahtes, oder die entgegengesetzte (*d*) nach derselben Richtung hin gekehrt wird, wodurch also auch eine Umkehrung der Polarität erfolgt, indem in dem einen Falle die Magnetisirung vom Nordpole, in dem andern vom Südpole ausgeht.

d) Eben so muß ein Eisendraht magnetisirt werden, wenn man ihn in einer Spirale um den geraden Schließungs-Draht herumwickelt. Denn in diesem Falle wirken die Transversel-Magnetismen des Schließungs-Drahtes auf die Theile des um denselben gewundenen Eisendrahtes gleichfalls longitudinal, und

bewirken daher deſſen Ladung nach der Länge. — Dieſer Erfolg verträgt ſich nicht mit Hrn Ampère's Theorie, weil um dieſen auswärts gewundenen Eiſendraht keine Strömung erfolgt, ſondern dieſe Strömung durch die Axe ſeiner Windungen hindurch geht. Der Erfolg iſt jedoch eben ſo ſicher, als die Magnetiſirung der Eiſendrähte in den Spiralen des Schlieſsungs-Drahtes. Man ſchneide den Meſſingdraht, welcher die beiden Pole der Säule verbindet, in der Mitte auseinander, wickle um jeden der auf dieſe Art getrennten Drähte mit *gleicher* Windungsart einen Eiſendraht ſo auf, daſs das eine Ende deſſelben noch über das Ende des Meſſingdrahtes hervorragt, und ſchlieſse dann die Kette mit dieſen Enden der beiden Eiſendrähte. Im Augenblicke der Schlieſsung der Kette zeigen ſich die freien Enden dieſer Drähte magnetiſch, und zwar mit entgegengeſetzten Polen. Waren die Windungen der Eiſendrähte an den beiden Meſſingdrähten *rechts*, ſo hatte das dem Kupfer zugekehrte freie Ende des Eiſendrahts den Nordpol, und das dem Zink zugekehrte den Südpol. Waren die Windungen der Eiſendrähte *links*, ſo war der Nordpol derſelben auf der Zinkſeite, und der Südpol auf der Kupferſeite. Gab man dem Eiſendrahte auf dem einen Meſſingdrahte die Windung rechts, dem andern die Windung links, ſo erhielten dieſe Drähte nach der Schlieſsung gar keine Magnetiſirung *).

c) Aus dem unter §. 6 *e*) erwähnten Verhalten des Transverſal-Magnets folgt ferner, daſs im Schlie-

*) Dieſe Verſuche wurden, wie alle übrigen, mit dem oben erwähnten Apparate angeſtellt. Pr.

ſungs-Drahte *Longitudinal-Ladung* eintrete, wenn derſelbe mit einem andern Drahte ſpiralförmig *umwickelt* wird. In dieſem Falle wirkt der Draht gar nicht auf die Magnetnadel, weil ſein nach aufsen erkennbarer Magnetismus mit ſeiner Transverſal-Ladung aufhört, indem der Grund dieſer Transverſal-Ladung eben die Unmöglichkeit iſt, unter den obwaltenden Umſtänden (wo die beiden Endpole an den Endpolen der Säule gebunden liegen) die Longitudinal-Ladung herzuſtellen. — Ich hatte dieſen Erfolg unmittelbar aus den Verhalten meines Transverſal-Magnetismus hergeleitet, und war eben im Begriffe, ihn durch einen Verſuch zu beſtätigen, als ich aus dem zweiten Theile von Hrn Ampère's Abhandlung, die mir vor einigen Tagen zugekommen iſt, erſah, daſs er dieſen Verſuch, durch einen Zufall geleitet, bereits angeſtellt hatte. Hr. Ampère hat zur Erklärung deſſelben nach ſeiner Theorie eine Hypotheſe nöthig, nach welcher der electriſche Strom auch noch durch die Axe einer Spirale laufen ſoll. [M. ſehe ob. S. 231.]

f) Die Richtungen der Magnetnadel durch den Schlieſsungs-Draht, und der Grund der dieſe Erſcheinungen umfaſſenden Regel erhellen ſchon von ſelbſt aus dem bisher Geſagten, ſo daſs es überflüſſig wäre, noch viel hinzu zu fügen. Aus der Natur der Transverſal-Magnetismen folgt, wie bereits oben (3) erwähnt worden, daſs eine kleine Magnetnadel, deren Mittelpunkt ſich über irgend einem Punkte der Peripherie eines Querſchnittes des Schlieſsungs-Drahtes befindet, eine Lage annehmen müſſe, welche ſenkrecht iſt auf die Axe des Drahtes und auf die Linie, *welche man* von jenem Punkte aus ſenkrecht auf die

Axe des Drahtes zieht, welches eigentlich das allgemeine Geſetz für dieſe Transverſal-Ladung, ſonach auch für den Zuſtand des Schlieſsungs-Drahtes der electriſchen Säule iſt.

Denkt man ſich das obige Schema in den Querſchnitten eines Schlieſsungs-Drahtes fortlaufend nach der Richtung eines angenommenen Stromes, ſo ſteht über demſelben der Nordpol der Magnetnadel rechts, unten links. Laufen alſo dieſe Querſchnitte des Schlieſsungs-Drahtes von Nord nach Süd, ſo ſteht die Magnetnadel mit dem Nordpol oben nach Weſten, unten nach Oſten; laufen dieſelben in der Richtung von Oſt nach Weſten, ſo ſteht der Nordpol der Magnetnadel oben nach Norden (mit verſtärkter Intenſität) unten nach Süden; laufen ſie endlich in der Richtung von Süd nach Nord, ſo ſteht der Nordpol der Magnetnadel oben nach Oſten, unten nach Weſten.

12. Der letzte Grund, warum *über* dem Schlieſsungs-Drahte die Magnetnadel den *Nordpol* rechts abwendet, verdient noch eine nähere Unterſuchung; oder mit andern Worten: Woher die beſtimmte Denominirung der Pole in den Transverſal-Magnetismen des Drahtes kömmt, ſo daſs am oberen Theil der wirkende Südpol rechts, unten der Nordpol links liegt; oder, was daſſelbe iſt, warum die zuſammenwirkenden Pole an der Peripherie des Querſchnitts in der Richtung rechts nach der Ordnung NS, NS, und in der Richtung links nach der entgegengeſetzten auf einander folgen. Dieſer Grund ſcheint in der Natur der electriſchen Pole und in ihrer Beziehung zu den magnetiſchen Polen zu liegen, eine Beziehung, die

ſich wird beſtimmen laſſen, wenn man an der iſolirten Säule den Magnetismus wird beobachten können (14).

15. Durch das Bisherige glaube ich Folgendes erwieſen zu haben:

Erſtens. Die Art des magnetiſchen Zuſtandes des Schlieſsungs-Drahtes der Säule iſt mit der Art ſeines electriſchen Zuſtandes identiſch, wie ich bereits in einem frühern Briefe bemerkt habe.

Zweitens. Dieſer Schlieſsungs-Draht iſt ein vielfach polariſirter Transverſal-Magnet, durch deſſen eigenthümliches Verhalten ſeine magnetiſchen Erſcheinungen begründet werden.

Drittens. Die Magnetiſirung überhaupt erfolgt auf zweifache Weiſe, nämlich *longitudinal* und *transverſal.* Erſtere geſchieht, wenn ſich die entgegengeſetzten Pole nach der Länge des magnetiſirbaren Körpers folgen, letztere wenn ſie unter Umſtänden gezwungen werden, ſich nach den Querſchnitten zu etabliren. Der Longitudinal-Magnet ſtimmt rückſichtlich der Vertheilung der Magnetismen mit der *iſolirten* Voltaiſchen Säule, oder mit einem mit electriſcher Polarität geladenen Körper, — der Transverſal-Magnet hingegen mit der *geſchloſſenen* Säule oder mit dem electriſchen Leitungs-Drahte überein.

Viertens. Man kann daher den Zuſtand des Schlieſsungs-Drahtes keineswegs übertragen auf die Erklärung des Magneten oder des Erd-Magnetismus, da er ſelbſt nichts anderes iſt als ein Magnet, und zwar ein Magnet der zweiten Art, deſſen Verhalten ſich von jenem der erſten Art eben ſo unterſcheidet, wie der Zuſtand der geſchloſſenen von dem der iſolirten Säule. Die

Annahme von *Strömungen* u. ſ. w. wird hier ganz unnützt, indem alle vorliegenden Erſcheinungen ſich auf das Fundamental-Geſetz der Electricität und des Magnetismus (der Wechſelwirkung der Pole) gründen. Es bedarf keiner Erinnerung, daſs die Erklärung, welche Hr. Ampère von dem Magneten macht, nach den vorhergehenden Erfahrungen ganz unſtatthaft ſey, weil ſie einen Zirkel enthält.

14. Es folgt unmittelbar aus dem Vorigen, daſs der Zuſtand des Schlieſsungs-Drahtes keineswegs *die einzige Art der Magnetiſirung* iſt, welche die Voltaiſche Säule hervorbringt; daſs die Transverſal-Ladung des Schlieſsungs-Drahtes nur darum Statt finde, weil unter den vorhandenen Umſtänden die Longitudinal-Ladung nicht möglich iſt; und daſs daher, ſo gut die geſchloſſene Säule ein Transverſal-Magnet iſt, auch die iſolirte Säule als Longitudinal-Magnet erſcheinen werde, ſobald man im Stande ſeyn wird, ihr eine Einrichtung zu geben, die ſo ſchnelle electriſche Entladungen und Wiederladungen geſtattet, als die einfache Voltaiſche Kette. Dieſes iſt es, was ich in meinem früheren Breife die *Magnetiſche Säule* genannt habe. Es iſt darum höchſt wahrſcheinlich, daſs ſchon die vollkommen iſolirte gemeine Voltaiſche Säule an ihren Polen magnetiſche, wenn gleich ſchwache, Wirkung äuſsere, und ich zweifle nicht, daſs genaue Verſuche dieſes beſtätigen werden. Der Magnet iſt aber darum ſelbſt *keine Säule*, ſo wenig als ein mit electriſcher Polarität geladener Glasſtab eine ſolche iſt. Er iſt ein durch die telluriſche Electricität electriſch geladener

Nichtleiter, für welche Electricität alle Körper, auſser Eiſen etc., Leiter ſind. Für die ſchwache Electricität der Voltaiſchen Säule ſind auch ſolche Leiter ladungsfähig (treten für ſie in den Zuſtand der Nichtleiter) welche es für die telluriſche Electricität nicht mehr ſind. Ich beziehe mich hierin auf meinen früheren Brief *). Ueber manches andere, was hierher gehört, kann ich vielleicht noch ein anderes Mal ſprechen.

*) Anſichten über den Magnetismus und deſſen Ableitung aus der Electricität; ein Schreiben an den Prof. Gilbert, Wien d. 20 Dec. 1820. (in St. 1 gegenw. Jahrg. dieſ. Annal. S. 81 f.)

Verbeſſerung. Auf S. 272 ſchalte man in Zeile 2 von unten, hinter den Worten: *welche ſenkrecht iſt auf die Axe des Drahtes*, Folgendes ein: „oder vielmehr auf eine durch jenen Punkt mit der Axe des Drahtes parallele Linie.“

III.

Ueber die Vergleichung der Barometerſtände zu Genf und auf dem St. Bernhardsberge,

von

D'Aubuisson, Ingen. en chef des mines, zu Toulouſe,

Frei überſetzt von Gilbert *).

Als ich das Maiſtück der Bibliotheque univerſelle erhielt, worin ſich Ihre intereſſante Vergleichung der mittleren Reſultate aus den Barometer- und Thermometer-Beobachtungen findet, die auf Ihrem Betrieb ſeit einigen Jahren gleichzeitig zu Genf und auf dem Bernhardsberge angeſtellt werden, hatte ich eben in unſerer Akademie der Wiſſenſchaften einige Folgerungen vorgeleſen, welche ich aus denſelben Beobachtungen ziehe. Folgendes veranlaſste mich zu dieſer Arbeit.

Es wird von den Phyſikern als eine ziemlich allgemein geltende Thatſache angenommen, daſs die Art, wie man die Höhen mit dem Barometer miſst, die Höhen zur Zeit der Kälte zu klein giebt, beſonders wenn die Temperatur plötzlich abnimmt. Die auſserordentliche Kälte, welche wir im vergangenen Januar ge-

*) Aus einem in der *Bibl. univerſ.* [in den Formeln indeſs ſehr fehlerhaft] abgedruckten Briefe, welchen Hr. D'Aubuiſſon zu Toulouſe am 7 Juli 1820 Hrn Prof. Pictet in Genf ſchrieb, und der für die, welche aus Barometerſtänden Folgerungen ziehen wollen, von vieler Wichtigkeit iſt. *Gilb.*

habt haben, und die mit einem Male eintrat, verſchaffe uns, dachte ich, die beſte Gelegenheit dieſe Thatſache zu prüfen, und ich glaubte in den von Ihnen bekannt gemachten Beobachtungen zu Genf und auf dem St. Bernhard, die ſchicklichſten Materialien zu einer ſolchen Prüfung zu finden. Aus dieſen Beobachtungen habe ich für die mehrſten Tage des Jänners, die Höhe des St. Bernhards-Hoſpizes über Genf berechnet; und zur Vergleichung damit habe ich die nämliche Höhe auch aus den Beobachtungen an den heiſſeſten Tagen des vorhergehenden Sommers hergeleitet. Die Reſultate ſind bedeutend verſchieden: um aber die wahre Urſach dieſer Verſchiedenheit aufzufinden, muſste ich den Gang des Barometers, wie er während der heiſſeſten und während der kälteſten Zeit des Jahres zu Genf und auf dem St. Bernhard geweſen war, genau erwägen und unter einander vergleichen. Die Ergebniſſe dieſer Berechnungen und Vergleichungen habe ich der Akademie der Wiſſenſchaften zu Toulouſe in einer Abhandlung vorgelegt, welche überſchrieben iſt: *Von dem Einfluſſe der Temperatur der Luft auf den Gang des Barometers, und auf das Höhenmeſſen mit dem Barometer.* Da ich mich Ihrer Materialien bedient habe, ſo iſt es billig, daſs ich Ihnen auch mittheile, welchen Gebrauch ich von denſelben gemacht habe, und Ihrer Prüfung und Kritik die vornehmſten Reſultate meiner Arbeit unterwerfe.

1.

Ein Barometer, welches ſich in bedeutender Höhe über der Erdfläche befindet, muſs ſteigen, wenn bei übrigens ganz gleich bleibenden Umſtänden die Temperatur der Atmoſphäre zunimmt. Denn durch dieſe

Wärme-Zunahme wird die unter dem Niveau des Barometers befindliche Luftmaſſe ausgedehnt; ſie macht alſo, daſs ein Theil derſelben über dieſes Niveau heraustritt, und daſs folglich mehr Luft als zuvor auf dem Barometer laſtet. Ein in den untern Regionen der Atmoſphäre befindliches Barometer würde unter dieſen Bedingungen, während derſelben Zeit immer unter einem gleichen Drucke geblieben ſeyn, und alſo ſeinen Stand unverändert beibehalten haben. Aus dieſer ſchon von Andern gemachten Bemerkung ſchien mir zu folgen, daſs wenn der Gang zweier Barometer, die ſich in ſehr verſchiedenen Höhen befinden, verglichen werden ſoll, nothwendig von dieſer wie von jeder andern Urſach abzuſehen ſey, welche auf eins derſelben allein oder doch viel ſtärker als auf das andere wirkt; und daſs zu dem Ende der Stand des obern Barometers auf denjenigen Stand reducirt werden müſſe, welchen es gezeigt haben würde, wenn die zwiſchen den beiden Barometern befindliche Luftmaſſe immerfort dieſelbe geblieben wäre: aus demſelben Grunde, warum man die oberen Barometerſtände auf die nämliche Temperatur des Queckſilbers reducirt, bei der die unteren Barometerſtände Statt fanden. Es laſſen ſich überdem die Wirkungen der auf beide Barometer zugleich einwirkenden ſtörenden Urſachen nur dann ergründen, wenn man zuvor die Stände beider Barometer auf einerlei Temperatur der Luft reducirt hat.

Eine Formel, nach der dieſe Reductionen des Standes eines in einer gegebenen Höhe beobachteten Barometers auf eine gegebene beſtändige Temperatur zu bewerkſtelligen iſt, läſst ſich ohne Schwierigkeit ableiten aus der Formel, nach der man den Höhen-Unter-

ſchied zweier Standpunkte aus den an ihnen beobachteten Barometerſtänden berechnet. Man denke ſich zu dem Ende ein Barometer, das auf einer zugänglichen Höhe hänge, und ziehe blos die lothrechte Luftſäule in Betracht, welche ſich zwiſchen dem Niveau dieſes Ortes und dem des Meeres befindet. Dieſe Luftſäule verlängert und verkürzt ſich, je nachdem die Temperatur zu- und ab-nimmt. Geſetzt es befände ſich an ihrem oberen Ende ein Barometer, das zugleich mit demſelben ſeine Stelle heraufwärts und herabwärts veränderte, ſo müſste ein ſolches Barometer immerfort einerlei Stand behalten, ſo ſehr ſich auch die Temperatur der Luft veränderte: denn immer behielte es dieſelbe Luftmaſſe unter ſich, und alſo auch über ſich, wie ſich auch die Luft ausdehne oder zuſammenziehe. Auf den Stand eines ſolchen ſeine Stelle mit der Temperatur verändernden Barometers muſs man alſo den Stand reduciren, welchen ein auf irgend einer Höhe in einerlei Stelle bleibendes Barometer zeigt. Es ſey nun

- a die Höhe, in welcher das feſt ſtehende Barometer über dem Niveau des Meeres hängt [in Meter];
- b der Stand dieſes feſten Barometers;
- b' der Stand des beweglich gedachten Barometers, alſo das was geſucht wird;
- t die Temperatur der Luftſäule an ihrem unteren Ende *);
- t' die Temperatur der Luft in der Höhe a;
- T die mittlere Temperatur der Luftſäule unter der Vorausſetzung einer conſtanten Temperatur;
- T' die mittlere Temperatur der Luftſäule nachdem die Wärme zugenommen (oder abgenommen) hat.

*) Statt dieſer Erklärung ſteht im Originale die von T, welche ſich alſo zweimal bei t und T findet. *Gilb.*

Da die Luft für jeden Grad der 80-theiligen Skale, um welchen sie wärmer wird, sich um 0,004 ausdehnt, so muſs die Gröſse, um welche bei dieſer Vermehrung der Wärme um $T' - T$ Grade, die a Meter lange Luftſäule länger wird, betragen $a \times 0{,}004\ (T' - T)$ Meter, und dieſes alſo iſt der Unterſchied des Niveau des feſten Barometers in der Höhe, und des beweglich gedachten Barometers an dem oberen Ende der Luftſäule.

Aus dem gleichzeitigen Stande dieſer beiden Barometer, h und h', ergiebt ſich derſelbe Höhen-Unterſchied ihrer Niveau, der bekannten Formel für das Höhenmeſſen mit dem Barometer gemäſs,

$= 18375\ (1 + 0{,}004\ t')\ .\ (\log h - \log h')$ Meter *).

Folglich haben wir

$$a \times 0{,}004\ .\ (T' - T) = 18375\ (1 + 0{,}004\ t')\ .\ (\log . h - \log . h')$$

Daraus ergiebt ſich aber

$$\log . h' = \log . h - \frac{a\ (T' - T)}{4594000\ (1 + 0{,}004\ t')}\ **).$$

Und ſetzt man, wie gewöhnlich beim Meſſen mit dem Barometer

$$T' = \frac{t + t'}{2}\ ***),$$

*) Denn die Temperatur am obern Ende der Luftſäule und in der obern Station wird für dieſelbe, $= t'$, genommen. *Gilb.*

**) Wohl nur durch Schreibfehler ſteht im Originale $\log h = \log h' -$ etc. und im Nenner der Zahlen-Coefficient mit der Hälfte der obigen Gröſse, 2297000, angeſetzt. *Gilb.*

***) Das Original hat $T' = \frac{t + s}{2}$ offenbare Druckfehler. *Gilb.*

ſo erhält man

$$\log h' = \log h - \frac{a\,(t + t' - 2T)}{9188000\,(1 + 0{,}004\,t')}\ *).$$

Die Reduction läſst ſich indeſs noch auf eine einfachere Weiſe hinlänglich genau machen, wenn man das Gewicht der Luftmaſſe berechnet, welche durch das Ausdehnen der Luft über das Niveau des Barometers hinauf getreteten iſt, daraus die Gröſse, um welche das Barometer aus dieſem Grunde geſtiegen ſeyn muſs, ableitet, und ſie von dem Barometerſtande, wie ihn die Beobachtung direct giebt, abzieht. Nun iſt bei 0° Wärme und 0,76 Meter Luftdruck die atmoſphäriſche Luft 10467 Mal ſpecifiſch leichter als das Queckſilber; überdem iſt das ſpecifiſche Gewicht der Luft dem barometriſchen Drucke proportional, und nimmt für jeden Grad Wärme der 80-theiligen Skale, von 0° Wärme an gerechnet, um 0,004 ab. Nimmt man daher an, welches ſich ohne merklichen Fehler thun läſst, daſs in der ganzen Länge der Luftſäule, nachdem ſie ſich durch Zunahme der Wärme verlängert hat, der barometriſche Druck $= h$, und die Temperatur $= t'$ ſey; — ſo ergiebt ſich die Gröſse, um welche das in der Höhe befindliche Barometer durch die Zunahme der Wärme geſtiegen iſt, oder

$$h - h' = \frac{a \times 0{,}004\,(T' - T)}{10467 \cdot \frac{0{,}76}{h} \cdot (1 + 0{,}004\,t')}\ **),$$

*) Im Original ſteht $\log h = \log h' \frac{a\,(t + t' - 2T)}{4594000\,(1 + 0{,}004\,t')}$

**) Statt h im Nenner ſteht im Originale 4.

Aufgang bis zum nächſten, abgeſehen von den ſtündlichen Variationen; die punktirten Linien aber den Gang von Sonnen-Aufgang bis 2 Uhr Nachmittags und von 2 Uhr bis zum nächſten Sonnen-Aufgange.

Betrachtet man den reducirten Gang, ſo fällt ſogleich in die Augen, daſs die Ungleichheiten deſſelben weit kleiner als die Ungleichheiten des wirklichen Ganges ſind; die letzteren ſteigen bis auf 26 Millimeter, indeſs die erſteren nicht über 13 Millimeter betragen; (ſo groſs war die Verſchiedenheit zwiſchen den Barometerſtänden am 7 Juli und am 16 Januar). Hieraus ſchlieſse ich, *daſs ein Theil der Veränderungen in dem Stande eines Barometers, der in einer bedeutenden Höhe hängt, von Veränderungen in der Temperatur des Theils der Atmoſphäre herrührt, der ſich unter dem Niveau des Barometers befindet;* und es iſt dieſer Theil um ſo bedeutender, je gröſser die Höhe des Standorts iſt.

Finden ſich in dem reducirten Gange auch im Ganzen weniger Ungleichheiten, ſo zeigt er doch in ſeinen Details ihrer immer noch viele. So z. B. ſinkt das reducirte Barometer faſt täglich während Tags bedeutend, (am 26 Juni ſank es um 7, am 30 September um 8 Millimeter), und ſteigt dann wieder bis zum nächſten Sonnen-Aufgange; und doch können die wahren Barometer-Veränderungen während dieſen Zeiten nur ſehr gering geweſen ſeyn. Daraus ergiebt ſich, daſs meine Art die Reduction vorzunehmen, *nicht* auf Beobachtungen anwendbar iſt, die an demſelben Tage zu verſchiedenen Zeiten bei bedeutend von einander abweichenden Temperaturen gemacht worden ſind. Bei ei-

nigem Nachdenken über die Urſach dieſes Fehlers in der Art die Reduction zu machen, ſieht man bald, daſs er nur daher rühren kann, daſs wir $T' = \frac{t+t'}{2}$ geſetzt und alſo angenommen haben, die mittlere Temperatur der zwiſchen den beiden Standpunkten befindlichen Luftmaſſe ſey in jedem Augenblicke dem arithmetiſchen Mittel aus den Thermometerſtänden an beiden Standpunkten gleich. *Dieſe Vorausſetzung iſt die vorzüglichſte Quelle von Irrthum im Meſſen mit dem Barometer*, wie ich ſchon anderwärts bewieſen habe *); und da ſich meine Reductions-Formel auf die nämliche Vorausſetzung und dieſelben Hypotheſen gründet, ſo muſs ſie Fehler von derſelben Art und von gleicher Gröſse geben.

2.

Ich wende mich nun zu dem Haupt-Gegenſtande meiner Arbeit, nämlich zu der *Höhe des St. Bernhards-Hoſpizes*, wie ſie ſich aus den Beobachtungen im Monate *Januar* 1820 ergiebt. Ich habe ſie für 18 verſchiedene Tage dieſes Monats berechnet, und zwar für beide Beobachtungen, die täglich zu Genf und auf dem St. Bernhard angeſtellt werden, bei Sonnen-Aufgang und um 2 Uhr Nachmittags. Gleichfalls habe

*) *Journ. de phyſ.* t. 71 p. 24, [womit man meine Bemerkungen über die Formel für das Höhenmeſſen mit dem Barometer in dieſen Annal. J. 1807, B. 26. S. 194 f. und Hrn Prof. Soldner's in München ſcharfſinnige Erörterungen über dieſen Gegenſtand in B. 17 S. 64 f. vergleiche. *Gilb.*]

ich dieſe Höhe für 16 *Sommertage* des nächſt vorhergehenden Jahres aus den beiden täglichen Beobachtungen berechnet. Dieſes giebt zuſammen 68 Beſtimmungen, welche ich in der folgenden Tafel zuſammen ſtelle, in der man zugleich den Unterſchied des Ergebniſſes jeder einzelnen Berechnung von der wahren Höhe des St. Bernhard-Hoſpizes über Genf, 2102 Meter betragend, angegeben findet *).

*) Sie ſetzen dieſen Höhen-Unterſchied zwar nur auf 2096 Meter, da das Mittel aus den Beobachtungen bei Sonnen-Aufgang ihn 2076, und das Mittel aus den um 2 Uhr Nachmittags angeſtellten Beobachtungen ihn 2117 Meter giebt. Ich muſs aber bemerken, daſs unſere Formeln für die Barometer-Meſſungen bei Beobachtungen, welche um 2 Uhr angeſtellt werden, der Wahrheit näher kommen, als bei den Beobachtungen bei Sonnen-Aufgang. Und da überhaupt hier immer eine kleine Ungewiſsheit bleibt, ſo nehme ich die Höhe des St. Bernhards-Hoſpizes über Genf *in runden* Zahlen zu 2100 Meter [oder 1077 Toiſen] und alſo über dem Meere [über welches Genf nach Hrn Pictet's Annahme 395,6 Meter oder 203 Toiſen liegt, 2495,6 Meter oder] 1280 Toiſen, welches nur 2 Toiſen mehr iſt, als nach Ihrer Beſtimmung. Die Beobachtungen, welche ich ſelbſt dort 51 Tage lang im Jahr 1810 gemacht habe, gaben mir die Höhe des St. Bernhards zu 2217 Meter über Turin, und alſo 1286 Toiſen über dem Meere (*Journ. de phyſ.* t. 71 p. 7 u. 10). *D'Aubuiſſon.*

[Die von Herrn Prof. Pictet den Geiſtlichen auf dem St. Bernhardsberge übergebenen meteorologiſchen Inſtrumente, wurden in dem Hoſpize am 14 September 1817 aufgeſtellt. Es waren zwar früher dort ſchon Barometer und Thermometer beobachtet, die Beobachtungen aber nicht lange regelmäſsig fortgeſetzt worden. Vergl. Ann. 1820 B. 4 S. 202. *Gilb.*]

Höhen des St. Bernhards über Genf

berechnet aus den an beiden Orten gleichzeitig angeſtellten Barometer-Beobachtungen, und Unterſchiede derſelben von der wahren Höhen-Verſchiedenheit,

(dieſe zu 2102 Meter angenommen.)

Beobachtungs-Tage:	Bei Sonnen-Aufgang			Um 2 Uhr Nach. Mitt.		
	mittlere Temper. zwiſchen beiden	Höhen in Meter	Diff. Meter	mittlere Temper. zwiſchen beiden	Höhen in Meter	Diff. Meter
1819						
Mai 17	+ 3,1°R.	2048	— 54	+18,0°R.	2152	+ 50
18	6,6	70	32	19,6	45	43
Juni 7	7,8	47	55	19,1	12	10
8	10,0	99	3	12,0	10	8
9	5,4	93	— 9	4,4	25	23
10	4,0	2121	+19	12,6	33	31
11	6,2					
26	8,6	2054	— 48	19,1	2121	19
Juli 7	3,9	53	49	23,8	2118	16
8	16,0	61	41	24,6	46	44
9	10,4	95	7	16,2	31	29
19	7,6	57	45	20,8	28	26
Sept. 10	6,0	50	52	18,8	46	+ 44
Oct. 9	1,2	30	72	11,0	2089	— 13
Oct. 10	+ 5,8	2055	— 47	+10,2	80	— 22
1820						
Januar 6	— 1,1°R.	2074	— 28	+ 0,1°R.	2126	+ 24
7	2,7	89	— 13	— 2,2	01	— 1
8	12,6	2118	+ 16	12,6	27	+ 25
9	15,2	2096	— 6	15,4	2100	— 2
10	20,0	64	— 38	16,8	2090	— 12
11	16,0	2113	+ 11	14,0	2128	+ 26
12	17,0	2078	— 24	12,1	2095	— 7
13	14,0	59	43	11,0	75	27
14	12,2	69	33	8,6	77	25
15	9,8	40	62	6,5	53	— 49
16	6,1	2100	2	5,2	2109	+ 7
17	7,2	2069	33	— 4,3	2081	— 21
18	— 0,3	88	14	+ 4,5	2101	— 1
19	+ 4,4	2105	+ 3			
20	+ 5,0	101	— 1	8,9	28	+ 26
21	+ 3,4	102	0	+ 3,4	18	16
22	— 2,5	2083	19	— 1,6	03	1
Jan. 23	— 6,2	2076	— 26	— 3,5	2094	— 8

Damit man dieſe Reſultate und die Abweichungen derſelben von dem wahren Höhen-Unterſchiede noch leichter überſehen könne, habe ich ſie auf der vorhin erwähnten graphiſchen Darſtellung des Ganges des Barometers mit aufgezeichnet, und zu dem Ende bei jeder Beobachtungs-Zeit mit + den Barometerſtand bemerkt, wie er auf dem St. Bernhardsberge hätte ſeyn müſſen, wenn ſich aus den Beobachtungen ein Höhen-Unterſchied von 2102 Meter ergeben ſollte. Und folglich zeigt der Abſtand des + Zeichens von dem entſprechenden Punkte der Barometer-Curve den *Fehler der Barometer-Meſſung*. Die Gröſse deſſelben findet ſich, wenn man die Zahl von Millimetern dieſes Abſtandes mit $12\frac{1}{2}$ oder $15\frac{1}{2}$ Meter multiplicirt, der mittleren Temperatur der Luftmaſſe gemäſs, welche mittlere Temperatur ich auch noch auf der Zeichnung angegeben habe.

Bei Unterſuchung dieſer Darſtellung durch Zeichnung bemerken wir Folgendes:

Erſtens. Faſt alle Tage findet bei Sonnen-Aufgang ein Fehler in *Minus*, und um 2 Uhr Nachmittags ein Fehler in *Plus* Statt; und ziemlich allgemein iſt der ganze Fehler, oder der Unterſchied zwiſchen den berechneten Höhen für dieſe beiden Tageszeiten, den Unterſchieden der Thermometerſtände in dieſen Zeitpunkten proportional. So z. B. war der Unterſchied der beiden berechneten Höhen: am 17 Mai 104 Meter, bei einem Unterſchiede der mittleren Temperaturen in beiden Zeitpunkten von 15° R.; am 18 Mai 75 Meter bei 12°; am 7 Juni 65 Meter ebenfalls bei 12°, am 9 Juli 56 Meter bei 6°, und am 18 Januar von

15 Meter bei 4° Temperatur-Verſchiedenheit in beiden Zeitpunkten. Wir ſind hierdurch berechtigt zu ſchlieſsen, daſs die tägliche Variation unſerer Thermometer die Urſach der Verſchiedenheiten in den Reſultaten der Höhen-Unterſchiede iſt, welche unſere barometriſchen Formeln für verſchiedene Zeiten deſſelben Tages geben, indem der barometriſche Factor keineswegs in demſelben Verhältniſſe zunimmt und abnimmt, als der thermometriſche Factor kleiner und gröſser wird. Oder, wenn wir von der Wirkung zu der Urſach gehen wollen, müſſen wir ſchlieſsen, daſs *die Zunahme der Temperatur, welche gewöhnlich von Sonnen-Aufgang bis 2 Uhr Nachmittags in der der Erde nahen Luftmaſſe Statt findet*, in den *höheren* Luftſchichten nur ſehr ſchwach wahrzunehmen iſt.

Zweitens. Vergleichen wir dagegen mit einander die während eines ganzen Tages, und noch beſſer, die während einer Jahreszeit bis zum Eintritt der nächſten angeſtellten Beobachtungen, ſo zeigt ſich jene Proportionalität nicht mehr, welche wir beim Vergleichen der Beobachtungen an einzelnen Tageszeiten zwiſchen der Temperatur-Zunahme nach Anzeige der Thermometer, und der Vergröſserung der aus den Barometer- und Thermometer-Ständen berechneten Höhen-Unterſchiede wahrnehmen. Die Anzeige der Barometer findet ſich dann in Harmonie mit der der Thermometer; und obgleich auch dann noch im Ganzen die aus beiden berechneten Höhen-Unterſchiede in der heiſsen Jahreszeit gröſser als in der kalten ſind, (wie die Tafeln unwiderſprechlich beweiſen, welche Sie Ihrer letzten Abhandlung beigefügt haben), ſo findet keine *Propor-*

tionalität mehr zwiſchen ihnen Statt, und die Anomalien ſind groſs und zahlreich. So zum Beiſpiel geben die vier heiſseſten Tage im J. 1819, bei einer mittleren Temperatur von + 16½° R. einen zu kleinen Höhen-Unterſchied (von 2098 M.), und er iſt kaum merklich gröſser als derjenige, der ſich aus den Beobachtungen an den vier kälteſten Tagen des folgenden Winters, bei einer mittleren Temperatur von — 16° R. ergiebt (von 2096 M.)

Drittens. Der Fehler in *Minus*, von dem man hätte vermuthen ſollen, er werde an dieſen letztern Tagen ſehr groſs ſeyn, betrug nur 6 Meter und war alſo unbedeutend. Der mittlere Höhen-Unterſchied, wie er ſich aus den 11 Tagen im Januar, während deren der Froſt ununterbrochen anhielt, ergiebt, war bei einer mittleren Temperatur von — 11° R. nur um 19 Meter, das Ergebniſs aus allen Januar-Beobachtungen dagegen bei — 4° R. mittlerer Temperatur um 20 Meter zu klein.

Viertens. Die groſse Kälte fing am 8 Jännar an, und das Mittel aus den Thermometerſtänden zu Genf und auf dem St. Bernhard ſank plötzlich bis — 12½° R., und alſo ſeit dem vorgehenden Abend um volle 10° R. herab. Es war alſo zu vermuthen, daſs ſich in dem Höhen-Unterſchiede ein ſehr bedeutender Fehler von zu klein finden würde; ſtatt deſſen ergab ſich im Gegentheile bei Sonnen-Aufgang eben ſo wie um 2 Uhr Nachmittags ein Fehler in zu groſs; jener von 16, dieſer von 25 Meter, indeſs die beiden Barometer während dieſer Zeit in einem merkwürdigen Zuſtande von Stabilität waren. Dieſe Stabilität ſcheint anzuzeigen,

dafs das hydroftatifche Gleichgewicht unter den verfchiedenen Schichten der Atmofphäre in der Region der beiden Stationen völlig Statt fand; und nehmen wir diefes an, fo lehrt uns die barometrifche Formel, dafs die Temperatur diefer Portion der Atmofphäre — 15° R. war. Diefe Temperatur liefs fich aber erft den Tag darauf an der Oberfläche der Erde verfpüren. Es fcheint daher, dafs die grofse Kälte höher in der Atmofphäre angefangen habe, wohin fie wahrfcheinlich durch den NO-Wind gebracht wurde, der feit einigen Tagen blies, und dafs fie dann erft in die untere Luftfchicht übergegangen fey *). Wenn daher auch die mehrften Refultate unferer Barometer-Formeln anzeigen, *dafs die Veränderungen der Temperatur fich gewöhnlich von der Luftfchicht, welche der Oberfläche der Erde nahe ift, zu den über ihr befindlichen verbreiten*, fo kommen doch einige Refultate vor, *welche einen entgegengefetzten Gang beweifen.*

Diefes find einige der Folgerungen, welche ich aus den Beobachtungen, die Sie uns verfchaffen, ziehen zu können geglaubt habe. Doch bin ich weit entfernt fie fchon jetzt für etwas Ausgemachtes und allgemein Geltendes auszugeben; ich begnüge mich

*) Wegen diefer vielen Anomalien, ihres Mangels an allem Verhältniffe, und der wohl bekannten Urfach, habe ich es bisher unterlaffen den Coefficienten der Thermometer-Stände zu vermindern, obgleich durch eine folche Verminderung, wie Sie fehr richtig bemerken, ein Theil der Unterfchiede zwifchen den Refultaten aus den in den Sommer-Monaten und den in den Winter-Monaten gemachten Beobachtungen verfchwinden würde. *D'Aubuiffon.*

vielmehr, sie fürs Erste Ihrer und der Physiker Aufmerksamkeit zu empfehlen. Durch die regelmäfsigen meteorologischen Beobachtungen, welche Sie auf dem St. Bernhard in Gang gebracht haben, erwerben Sie sich um die Wissenschaft von den Modificationen der Atmosphäre das Verdienst, in ihr in Beziehung auf das, was in den höheren Regionen vor sich geht, eine neue Epoche zu begründen. Dürfen auch die Arbeiten, welche wir jetzt auf diese Beobachtungen gründen, nur noch als bloſse Versuche betrachtet werden, um zur Einsicht zu gelangen, so bin ich doch überzeugt, dafs wenige Jahre hinreichen werden, uns in den Stand zu setzen, den Gang und die Veränderungen des barometrischen Drucks in einer Höhe, wo man schon mehr als den vierten Theil der Masse der Atmosphäre unter sich hat, uns eben so genau kennen zu lernen, als er in den unteren Regionen uns jetzt schon bekannt ist. Dazu wird aber erfordert, dafs die Beobachtungen auf dem St. Bernhard, wie in Genf, mit aller nur möglichen Genauigkeit und Umsicht gemacht werden. Zu wünschen wäre es, man stellte sie wenigstens ein Jahr lang von zwei zu zwei Stunden an. Auch wünschte ich sehr, dafs man uns durch ein mit der äufsersten Sorgfalt ausgeführtes und zwei oder drei Mal wiederholtes Nivellement den Höhen-Unterschied zwischen Genf und dem St. Bernhard, unabhängig von allen Messungen mit dem Barometer, kennen lehrte.

D'Aubuisson.

IV.

Ueber die Bewegungen des Barometers zu Berlin,

von

Leop. von Buch, k. Kh. u. Mitgl. d. Ak. d. W.

(vorgeles. in der kön. preuſs. Ak. d. W. am 18 Mai 1818.) *)

Die meteorologiſchen Erſcheinungen zu Berlin ſind lange von Herrn von Beguelin, ehemaligem Mitgliede der Akademie, beobachtet, und viele dieſer Beobachtungen in den Schriften der Manheimer meteorologiſchen Societät in aller Ausführlichkeit bekannt gemacht worden. Ueberzeugt, daſs kein Inſtrument zu Auffindung meteorologiſcher Geſetze von gröſserem Werth iſt, als das Barometer, habe ich 5 Jahre dieſer Beobachtungen, von 1782 bis 1786 (einſchlieſslich), unterſucht. Die Regeln, welche ſich für die Bewegungen des Barometers daraus ergeben, werde ich hier in der Kürze zuſammen ſtellen.

Herr von Beguelin hat das Barometer täglich dreimal beobachtet, um 7 oder 8 Uhr Morgens, um 2 Uhr Nachmittags, und um 10 Uhr Abends, und den Stand des Thermometers am Barometer jedesmal angegeben. Die Barometerhöhen ſind aber nicht auf gleiche Temperatur reducirt. Ich habe ſie daher, um ſie ver-

*) Frei ausgezogen aus dem eben erſcheinenden Bande der Schriften dieſer Akad. d. W. auf die Jahre 1818 u. 1819. *Gilb.*

gleichbar zu machen, alle ſorgfältig *auf den Froſt-Punkt* zurück geführt. Das Barometer, womit die Beobachtungen gemacht wurden, iſt nicht mehr vorhanden, bekannt aber, daſs es in dem erſten Stockwerke des Hauſes des Hrn von Beguelin hinter dem Obſervatorium, etwa 22 Fuſs über der Straſse hing. Rechnet man die Mitte dieſer Straſse zu 8 Fuſs Höhe über den mittleren Stand der Spree, und dieſen zu 82 Fuſs über die mittlere Höhe der Nordſee, ſo war des Hrn von Beguelin Beobachtungsort 102 Fuſs über der Nordſee erhaben.

1. Mittlere Barometerhöhe zu Berlin.

Es geben die auf den Froſt-Punkt reducirten Barometerſtände folgende Reſultate:

im Jahre	der Beobachtungen Anzahl	Summe	giebt im Mittel
1782	1015	330193,96‴	335,16‴ par. M.
1783	1098	368158,87	335,29
1784	1091	365987,52	335,004
1785	1088	364644,06	335,15
1786	1094	366545,3	335,05
			Mittel 335,137.

Daſs in einer ſo offenen und freien Gegend als die iſt, welche *Berlin* umgiebt, die Urſachen der barometriſchen Veränderungen beſonders gleichmäſsig ſich äuſsern, war zu vermuthen. Die allgemeineren, von entlegenen Gegenden herwirkenden Urſachen werden hier weniger von örtlichen Verhältniſſen geſtört, z. B. durch Luftſtröme in Thälern und an Berg-Abhängen, durch Hingang über Seen und Meere u. dgl. Der

mittlere Barometerſtand, wie ihn die Beguelin-ſchen Beobachtungen ergeben, kann überdem zu einem Beweiſe dienen, wie höchſt nothwendig die Correction der Barometerhöhen wegen der Temperatur iſt. Auch gute Phyſiker erlauben ſich noch ſie zu vernachläſſigen, und liefern uns dadurch ganz falſche Angaben *). Ohne Correction würde das auffallende Reſultat der Berliner Beobachtungen wenig hervortreten, „daſs nämlich alle Veränderungen im Barometerſtande, ſo vielfältig und verſchiedenartig ſie auch ſeyn mögen, ſich doch am Ende ſchon im Verlauf eines einzigen Jahres hier wieder compenſiren.“

Das Jahr 1783 war in ganz Europa durch einen röthlichen Dunſt ausgezeichnet, während deſſen ſich das Barometer ſtets auf einer beſonders groſsen Höhe erhielt; ohne dieſes Jahr würde die Variation der mittleren Höhe nur 0,15 Linien betragen, ein Unterſchied, welcher der unmittelbaren Beobachtung faſt völlig entgeht.

Dieſer mittlere Barometerſtand des Beguelin'ſchen Beobachtungs-Ortes in Berlin, gleich 27″ 11,137‴ par. Maaſs **), würde, bei einer Höhe deſſelben von 102 par. Fuſs über die mittlere Höhe der Nordſee einen mittleren Barometerſtand *am Meere* von 28″ 1,277‴ bei 0°, oder von 28″ 2,05‴ par. M. bei 10° Wärme

*) [Sehr erleichtern laſſen ſich dieſe Zeit raubenden Reductionen durch folgender zuverläſſige und Lob verdienende Hülfsmittel: *Tafeln am Barometerſtände, die bei verſch. Wärmegraden beob. worden, auf jede beliebige Temperatur zu reduciren, von Dr. Winckler, Obſervator. Halle* 1820. 17 *Bog. q.* Gilb.]

**) Und dem entſprechend im mittlern Waſſerſpiegel der Spree von 27″ 11,55‴ p. M. bei 0° Wärme. *Gilb.*

geben. Anton Pilgram, (Wetterkunde S. 488) berechnet den mittleren Stand des Barometers zu Middelburgh im Jahre 1785 auf das Meer reducirt zu 28″ 1,8‴, wahrſcheinlich bei 10° R. Die Berliner Beobachtungen dieſes Jahres geben den mittleren Stand am Meere, bei dieſer Temperatur, zu 28″ 2,056‴, welches 0,26‴ mehr iſt. Auch von anderen Angaben der Barometerhöhe an der Nordſee weicht jene Beſtimmung nicht bedeutend ab; die Ungewiſsheit über den abſoluten mittleren Stand des Barometers an Hrn von Beguelin's Beobachtungs-Ort dürfte daher nicht über ½‴, und auf keinem Fall 1‴ betragen *).

2. Monatliche Variationen des Barometers.

Die Beguelin'ſchen Beobachtungen geben folgende mittlere Unterſchiede der Barometerſtände in Berlin für die verſchiedenen Monate:

*) Könnte man ſich auf dieſe Beſtimmung völlig verlaſſen, ſo wäre ſie von groſsem Intereſſe für die Frage, ob ſich der Druck der Atmoſphäre im Laufe der Zeiten vermindere oder vermehre? Daſs Veränderungen dieſer Art vorgehen müſſen, iſt wahrſcheinlich, und es iſt unſere Pflicht, Materialien mit der gröſstmöglichen Genauigkeit künftigen Phyſikern hierüber in die Hände zu liefern. Behauptet doch der Aſtronom Carlini in Mailand, daſs die ſeit 30 Jahren auf der dortigen Sternwarte mit denſelben Inſtrumenten angeſtellten Beobachtungen eine ſehr bedeutende Verminderung der Barometerhöhe erweiſen. Der mittlere Stand nämlich von 1764 bis 1792 war 27″ 9,104‴, von 1792 bis 1801 27″ 8,522‴; alſo Unterſchied 0,582‴. Dieſer Unterſchied äuſsert ſich, nach ihm, in der mittleren Höhe eines jeden Monats mehr oder weniger; zugleich ſind der ſchönen Tage wenigere, der Regentage mehrere, und die Winter ein Weniges kälter, die Sommer ein Geringes wärmer geworden. *v. Buch.*

im Januar	16,48‴	im Juli	7,94‴
Februar	15,45	Auguſt	7,34
März	13,9	Sept.	11,28
April	11,16	Octob.	11,04
Mai	9,48	Nov.	14,4
Juni	7,64	Dec.	14,22

Es iſt nicht zu erwarten, daſs das Geſetz dieſer Unterſchiede des höchſten und niedrigſten Standes des Barometers in den verſchiedenen Monaten, ſchon von allen Zufälligkeiten bei einem Mittel von nur 5 Jahren befreit, und von derſelben Regelmäſsigkeit ſey, als man es wohl bei einem Mittel von 10 oder von 20 Jahren erhält. Ich hoffe jedoch, dieſe Curve in ihrer ganzen Reinheit aus den Beobachtungen zu erhalten, welche der Prediger Gronau ſeit einer ſo bedeutenden Reihe von Jahren in Berlin angeſtellt hat.

Alle meteorologiſche Erſcheinungen, wenige auf das Ganze nicht einwirkende locale ausgenommen, gehen am Ende aus einerlei Princip hervor, nämlich aus dem *Unterſchiede der Temperatur* an verſchiedenen Orten der Erdoberfläche, und aus den Bewegungen der Luft, welche dadurch entſtehen. Es iſt einleuchtend, daſs dem zu Folge die meteorologiſche Lage eines Orts ſich an jeder geſetzmäſsigen Folge von Erſcheinungen in der Atmoſphäre muſs erkennen laſſen, von welcher Natur dieſe auch ſeyen; eben darum, weil ſie alle Functionen der Temperatur ſind. Die Veränderungen des Barometers ſind alſo eben ſo gut im Stande, uns über die Verhältniſſe des Thermometers zu belehren, als dieſes Inſtrument ſelbſt, ſo wie umgekehrt das Thermometer die Bewegungen des Barometers vorzeichnen kann. Ja das Barometer iſt in den Anzeigen der Temperatur-Verhältniſſe

ein noch weit sicherer Führer, wie das schon Ramond sehr richtig bemerkt hat; denn ein Thermometer zeigt nur die Wirkung der nächsten Luft, von der es umgeben wird, das Barometer hingegen die Wirkungen der ganzen Luft, bis zu ihren äussersten Gränzen hinaus. Deswegen müssen wir wünschen, das Gesetz der Barometer-Variation ganz klar aus den Beobachtungen hervorgewickelt zu sehen.

Schon lange hat man auf die Verbindung dieser Variationen mit der Temperatur hingewiesen. Es ist zu auffallend, wie die Veränderung des Barometerstandes gerade in den kältesten Monaten am grössten ist, am kleinsten hingegen, wenn der Wechsel der Wärme nicht gross ist, als dass man dieses hätte übersehen können. Eben diese Verbindung verräth sich in der stets grösser werdenden Bewegung des Barometers, wenn man die wärmeren und gleichförmigeren Climate verläst, und gegen Norden oder Süden hinaufgeht; die Zahlen für die Variationen eines einzelnen Monats werden grösser, und die Differenzen in den Wintermonaten bedeutender. In der folgenden Tafel findet man die Barometer-Variationen von *Martinique* (nach Chanvallon), von *St. Cruz* auf *Teneriffa* (nach Escolar Ms.), von *Rom* (nach Calandrelli), von *Berlin* (nach Beguelin), von *Upsala* (nach Prosperin), und von *Umeo* (nach Naezén) von mir zusammen gestellt.

Mittlere monatliche Barometer-Variationen an Orten von ungefähr gleicher *meteorologiſcher Länge*, in Pariſer Linien

Ort:	St. Pierre Martin.	St. Cruz Tener.	Rom	Berlin	Upſala	Umeo
nördl. Br.:	15° 40′	28° 20′	41° 53′	52° 31′	59° 40′	63° 50′
Beobachter	Chanv.	Escolar	Calandr.	Beguelin	Proſper.	Naezen
Mittel aus	1 Jahre	3 J.	20 J.	5 J.	12 J.	3½ J.
Januar		7,033‴	11,24‴	16,48‴	15,99‴	16,05‴
Februar		5,987	10,215	15,45	15,34	18,42
März		5,345	9,54	13,9	15,13	16,4
April		4,5	7,96	11,16	13,4	12,8
Mai		3,15	7,035	9,48	11,82	14,47
Juni		1,87	4,895	7,64	9,93	10,74
Juli	1,33‴	2,06	4,225	7,94	8,29	8
Auguſt	2,5	2,06	4,075	7,34	9,81	10,59
September	3	2,25	5,7	11,28	11,61	14,63
October	2	3,657	7,61	11,04	14,29	16,6
November	2,25	3,376	8,69	14,4	16,27	15,62
December	2,66	4,22	10,015	14,22	15,32	18,05

Der Gang der *Temperatur* iſt in den Curven, die dieſe Angaben in Zeichnung darſtellen, völlig ausgedrückt. Die Bewegungen des Winters in *St. Cruz* auf *Teneriffa* erreichen nicht einmal die Unbeſtändigkeit des Sommers in *Berlin*, und der Sommer in *Upſal* vermag ſich nicht durch zwei Monat in einigem Grade von Gleichförmigkeit zu erhalten. Der Anblick dieſer Curven,*) zeigt überall ſogleich, bei welchen man ſich mit der Anzahl der berechneten Jahre begnügen könne, und welche noch fernerer Berichtigung bedürfen. *Rom*, in einem nicht ſehr wechſelnden Clima, iſt das Mittel von 12 Jahren, *Upſal*, mit ebenfalls ſehr regelmäſsig fortlaufender Curve das Mittel

*) Da ſie nichts Weſentliches ſind, ſo haben ſie hier ohne Nachtheil wegbleiben können. G.

von 20 Jahren. Dagegen zeigen die aus- und einſpringenden Winkel in dem Herbſttheil der Curve von *Berlin* hinlänglich, daſs Durchſchnitte noch mehrerer Jahre auch dieſe erſt fortſchaffen müſſen; die Variation des Januar, welche die Curve von *Upſal* durchſchneidet, iſt ebenfalls offenbar viel zu groſs. Wirklich beſtimmt der Prediger Gronau den mittleren höchſten Stand des Januar, von 1780 bis 1810 zu 28″ 8,494‴, und den mittleren tiefſten zu 27″ 4,86‴, welches nur eine Differenz giebt von 15,87‴, die ſich ſehr gut den übrigen Theilen der Curve anſchlieſst. Den höchſten Stand des Barometers überhaupt ſah Hr. Gronau im J. 1789 (347,625‴ od. 28″ 9,625‴) und den tiefſten im J. 1801 (324‴ od. 27″), beide für den Monat Januar. Der Ausdruck für *Umeo* iſt ſehr unregelmäſsig, allein es iſt auch nur ein 3-jähriges Mittel. Indeſſen ſcheint doch wohl deutlich, wie die regelmäſsige Curve wohl laufen würde. Es iſt leicht zu ſehen, wie auch dieſe ſich in allen ihren Theilen über der von Upſal hinbewegt, und die Zahlen der wahren Mittelvariation lieſsen ſich im Voraus beſtimmen.

Die Urſache dieſer Bewegungen liegt wahrſcheinlich im Wechſel der Winde, welche durch die Temperatur-Differenzen verſchiedener Climate hervorgebracht werden. Daher das geringe Schwanken des Queckſilbers im Sommer, in welchem die Wellenbewegungen der Atmoſphäre im Verhältniſs zum Winter faſt unbedeutend ſind. Und eben deswegen darf man nur ſolche Orte verſchiedener Breiten in ihren Curven mit einander vergleichen, welche in einer gleichen *meteorologiſchen Längen-Zone* liegen, wie dieſes ohngefähr mit den vorbezeichneten Orten der Fall iſt.

Gröſser ſind die Bewegungen an Orten, welche unmittelbar von den Winden berührt werden, ſobald ſie den groſsen Ocean verlaſſen, und ſo wie ihnen ein beſonderes *See-Klima*, eine eigenthümliche *Temperatur-Curve* gegeben iſt, eben ſo äuſsern ſich dieſe Verhältniſſe in den mittleren Variationen des Barometers. Im Jahre 1783 waren die Barometer-Variationen zu gleicher Zeit zu *Berlin* und zu *Middelburgh*, welches ſogar etwas ſüdlicher, aber völlig dem Seeklima unterworfen liegt, wie folgt:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
Berlin	14,8	15	17,8	9,9	8	9,6
Middelburgh	15,13	21,31	23,25	11,81	8,19	10,05
	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Berlin	6,4	7,3	13,2	8,2	14,5	17,8
Middelburgh	7,13	6,12	14,03	8,61	15,96	17,65

Eben dieſe Verhältniſſe finden ſich, wenn man andere Orte in gleicher Breite mit einander vergleicht, von welchen der eine im Lande, der andere unfern der See liegt, wie etwa *Manheim* und *Rochelle*, *Petersburg* und *Bergen*. Die Bewegungen an der See ſind verhältniſsmaſsig viel gröſser, aber auch viel gleichförmiger, als im Innern der Continente. Man ſieht dieſelben allgemeinen Urſachen wirken, wie z. B. die auſsergewöhnlich groſse Bewegung im März ſo gut in *Berlin* wie in *Mittelburgh* ſich geäuſsert hat; allein an der See haben Local-Winde, zurückkehrende Wirbel-Winde (*vents de remoux*), oder ſchiefe Winde von oberen Theilen der Atmoſphäre herab wahrſcheinlich weniger ſtörenden Einfluſs, der das *allgemeine* Geſetz in ſeiner Wirkung verändert, ver-

mindert, oder es vielleicht in manchen Fällen ſo völlig verſteckt, daſs man es nur durch vielfältige Mittel von Beobachtungen wieder herauswickeln und entdecken kann.

3. Mittlerer Barometerſtand bei verſchiedenen Winden.

Lambert hat in den *Mem. de Berlin* 1777 p. 36, eine Formel gegeben, die mittlere Richtung und die verhältniſsmäſsige Stärke der Winde unter der Vorausſetzung zu finden, daſs ihre Stärke der Anzahl der Tage proportional ſey, an denen ein jeder Wind geweht hat. Dieſe Formel iſt auf einfache Art aus der Zuſammenſetzung der Kräfte hergeleitet worden, und durch ihre Anwendung auf einige beſondere Fälle hat Lambert ſehr überraſchende und belehrende Reſultate erhalten. Er berechnet nämlich die mittlere Richtung und Stärke der Winde in einzelnen Monaten, und trägt ſie auf eine Windroſe auf. So findet ſich dann, daſs von 1769 bis 74 die mittlere Richtung faſt aller Winde zu *Berlin* zwiſchen Weſt und Süd liegt; dagegen in *Petersburg* genau umgekehrt zwiſchen Nord und Oſt. Die Bewegung der Luft, welche noch bei *Berlin* zum Pol heraufgeht, kommt bei *Petersburg* ſchon wieder vom Pole herunter. Dieſe Lambert'ſchen *Figuren* geben daher unmittelbar die *meteorologiſchen Längen-Zonen*, deren feſte Beſtimmung das vereinte Beſtreben aller Meteorologen ſeyn ſollte, denen die Entwickelung der Geſetze der Veränderungen des Luftkreiſes am Herzen liegt. Man wird, bei dem Anblick dieſer Figuren, ſchon ſehr bald überzeugt ſeyn, daſs jede Bewegung der Luft vom Aequator gegen die Pole, nicht blos in der Höhe über ein-

ander, ſondern auch *neben einander* hin, ihren entgegengeſetzten Strom von den Polen gegen den Aequator erzeugen müſſe. Wo beide Ströme einander berühren, laufen ſie häufig durch einander, und bilden einzelne, wenig ausdauernde *Wirbel-* und *Reflexions-Winde* (*vents de remoux*), durch welche man nicht ſelten über den Hauptwind ganz irre geleitet werden kann. Das Barometer wird dann ein Führer, wenn vorher durch eine groſse Reihe von Beobachtungen feſtgeſtellt worden iſt, welche Höhe des Barometers jedem einzelnen Winde zukommt.

Herr Burckhardt in Paris hat, wie ich glaube, zuerſt darauf aufmerkſam gemacht, wie ſehr verſchieden die mittlere Barometerhöhe iſt, wenn die herrſchenden Winde verſchieden ſind. Ramond hat dieſes Phänomen mit groſsem Fleiſs und groſser Ausführlichkeit verfolgt, und gezeigt, wie jeder Wind durch die Barometerhöhe, die er hervorbringt, charakteriſirt iſt. Umgekehrt dürfte daher die Natur jedes einzelnen Windes an verſchieden gelegenen Orten ſich aus der ihm eigenen Barometerhöhe erkennen laſſen. Zu dem Ende, um dieſes zu prüfen, habe ich in der folgenden Tafel alle Barometerhöhen, wie ſie die von mir bearbeiteten 5 Jahre der von Beguelin'ſchen Beobachtungen geben, nach den 4 Cardinal-Winden und den 4 zwiſchen liegenden Winden geordnet, und daraus die Mittel gezogen. Auf dieſe Art iſt die folgende *Tafel* entſtanden:

Mittlerer Stand des Barometers zu Berlin bei verſchiedenen Winden, in par. Linien.

	N	NW	W	SW	S	SO	O	NO
1) Für jedes der fünf beobachteten Jahre.								
1782	336,78	335,76	334,69	333,65	332,9	333,86	336,11	336,29
1783	35,50	36,37	35,52	33,08	33,64	35,79	36,42	36,35
1784	36,32	35,91	35,2	33,89	32,75	34,2	36,53	35,16
1785	37,68	35,54	34,94	33,53	32,07	35,22	36,87	37,2
1786	37,86	35,73	35,32	33,77	32,13	34,48	35,62	37,22
2) Für die einzelnen Monate nach dem 5-jähr. Mittel.								
Januar	335,87	336,62	334,52	332,78	331,86	333,38	339,31	334,76
Febr.	35,54	36,24	35,47	32,54	30,55	33,95	34,7	37,27
März	33,99	34,61	34,01	32,3	31,84	34,13	34,48	32,69
April	36,18	35,96	35,89	33,33	30,64	34,53	36,98	36,85
Mai	36,25	35,85	35,71	34,44	35,15	34,31	35,29	35,39
Juni	36,63	36,25	35,45	34,52	34,05	34,59	35,71	36,6
Juli	36,61	35,9	34,32	34,12	33,53	34,25	35,82	36,19
Aug.	36,52	36,08	35,3	33,48	33,1	34,4	35,98	34,31
Sept.	38,11	35,78	35,11	33,23	32,85	35,46	36,64	38,53
Octob.	35,44	36,66	36,22	34,42	33,52	35,48	38,15	37,9
Nov.	36,86	34,7	36,14	34,33	32,77	33,98	35,78	37,18
Dec.	35,93	35,53	35,24	35,13	31,93	35,77	35,58	35,97
Mittel aus allen	336,32	335,85	335,13	333,61	333,06	334,55	336,36	336,62

Das Reſultat dieſer Abeit iſt in der That überraſchend. Das Mittel der Barometerſtände bei NO-Wind iſt 336,62‴, bei S-Wind 333,06‴; giebt einem Unterſchied von 3,56‴!! Und regelmäſsig geht die Progreſſion durch alle übrigen Winde fort, doch ſo, daſs zwiſchen S und O die Barometerſtände ſich noch um Vieles ſchneller erheben, als zwiſchen S und N. Die nördliche Seite der *climatiſchen Windroſe* fängt zwar wohl in Weſten an, geht aber auf der öſtlichen Seite

bedeutend gegen Süden herunter, noch 30° 35′ unter den Oſtpunkt, und daher noch etwas jenſeits OSO; in dieſen Punkten nämlich findet ſich erſt der mittlere Barometerſtand wieder. Es könnte wohl Orte geben, an welchen die climatiſche Nordſeite ganz gegen O fällt, und vielleicht ſelbſt NW kaum erreicht.

Ob die groſsen Verſchiedenheiten dieſer Differenzen in den einzelnen Monaten wirklich in Naturgeſetzen begründet, oder Folge von Zufälligkeiten ſind, welche 5-jährige Durchſchnitte noch nicht haben wegwiſchen können, muſs noch ferner unterſucht werden. Die tiefen Stände des NO im Januar ſind wohl etwas verdächtig.

Ramond meint, daſs wenn die mittleren den Winden zukommenden Barom. Höhen bekannt ſind, man aus ihnen häufig beſſer die *Richtung* der Winde beſtimmen könne, als durch Beobachtung von Wetterfahnen. Wer wird den Zug oder die Reflexion in den Straſsen einer Stadt aufzeichnen? Doch iſt häufig der beobachtete Wind einem ſolchen ganz ähnlich. Es zieht z. B. eine Regenwolke vorbei mit SW, regnet aber aus localen erwärmenden Urſachen am Ort der Beobachtung nicht; die Tropfen werden wieder zu Dampf, und es kommt dem Beobachter ein ganz localer Wind zu, von einer Richtung, der allgemeinen vielleicht völlig entgegengeſetzt. Eine ſolche leichte Modification in den unterſten Luftſchichten zeigt das Barometer nicht an; es behält den Stand des allgemeinen Windes. Dann aber werden wieder viel Beobachtungen erfordert, um dieſen Fehler in den Regiſtern zu zerſtören. Ein Beiſpiel möge dieſes erläutern. Am 6 Juni 1785 war zu *Berlin*

um 7 Uhr	Bar. 333,7‴	Therm. 12,8°	Regen. SO.
2	332,8	14	Regen. O.
10	332,8	11	heftiger Regen. W.

Es hatte alſo an dieſen letzteren Regen O- und SO-Wind keinen Theil. Schon in *Erfurt* hatte man dagegen zu derſelben Zeit, am 6 Juni, folgenden meteorologiſchen Zuſtand:

um 7 Uhr	Bar. 327,9‴	Therm. 10,2°	Regen. SW.
2	327,7	14,2	Regen. W.

Hier war nichts von O- und SO-Wind; auch nicht in den vorigen Tagen. Dieſes hätte der Barometerſtand allein ſchon erwieſen und gezeigt, daſs O und SO höchſtens nur Winde der Wirbelung (*vents de remoux*) hätten ſeyn können.

4. Mittlere Barometerhöhe bei Regen.

Die den Winden in Berlin nach unſerm 5-jährigen Mittel zukommenden Barometerhöhen in Linien, ſtehen unter I; die ihnen *während des Regens* zukommenden mittleren Stände des Barometers unter II.

	N	NW	W	SW	S	SO	O	NO
I.	336,32	335,85	335,13	333,61	333,06	334,55	336,36	336,62
II.	334,42	335,04	334,18	332,56	332,1	333,03	335,17	335,1
Differ.	1,9	0,81	0,95	1,05	0,96	1,52	1,19	1,52

Mit jedem Winde iſt alſo bei Regen der Barometerſtand beträchtlich tief unter dem bei dieſem Winde gewöhnlichen. Dieſes iſt ſehr merkwürdig.

Man ſieht, der Wind des Regens muſs ſich zum herrſchenden erhoben haben, ehe der Dampf herausfallen kann. Er hat ſich abgeregnet, ehe er die Ge-

gend von *Berlin* erreicht, und erwartet auf's Neue eine weitere Abkühlung, bis der noch rückbleibende Dampf das Maximum ſeiner Temperatur erreichen kann. Wahrſcheinlich würden in *Middelburg*, und an *Englands* und *Irlands* Weſtküſte, die Mittel der Barometerhöhen bei Regen nicht ſehr von der gewöhnlichen mittleren Barometerhöhe abweichen, zum wenigſten ſchwerlich um 0,95‴, 1,05‴, 0,96‴, wie hier bei W-, SW- und S-Winden.

Es geht hieraus eine kleine praktiſche Regel hervor. Es ſind keine dauernde Landregen zu erwarten, ſo lange nicht das Barometer unter den mittleren Stand des herrſchenden Windes herabſinkt.

Könnte man den N-, NO- und O-Winden die Regen entziehen, welche ihnen unrechtmäſsig zugerechnet werden, ſo würden ihnen wahrſcheinlich wenige bleiben; aber doch immer einige. Denn es giebt zwei Urſachen des Regens, die von entgegengeſetzten Eigenſchaften der Winde hervorgebracht werden. Die SW- und die S-Winde von wärmeren Climaten verlieren in den kälteren Breiten ihre Temperatur, und der Dampf, den ſie mitführen, ſinkt endlich zu einer Temperatur herab, bei welcher er ſich nicht mehr erhalten kann, da er dann als Regen herabfällt. Dieſer Prozeſs geht unaufhörlich fort, ſo lange die warmen Winde fortwehen und ſich erkälten können; daher iſt dieſe Erkältung die bei Weitem vorzüglichſte Quelle des Regens. — Ein N-Wind dagegen, der auf wärmere Luft fällt, wird dieſe ebenfalls erkälten, und dadurch Nebel und feine Regen hervortreten laſſen; allein dieſe Wirkung iſt nur von kurzer Dauer. Der *N-Wind* erwärmt ſich ſelbſt, ſeine Capacität für Dampf

wird bedeutend erhöht, und die Wolken und Nebel verschwinden. — Auf eben die Art werden die warmen Winde, die mit grofser Dampf-Capacität ankommen, im Augenblick ihres ersten Erscheinens alle Wolken und Nebel auflösen, bis sie selbst so weit erkältet sind, dafs der Dampf auf's Neue zum Herausfallen genöthigt ist. In der Schweiz, zwischen den Alpen und dem Jura, wo man nur SW- und NO-Winde kennt, und wo die Abwechslung dieser Winde daher auffallender ist, weifs man sehr wohl, dafs der erste Tag des wiederkehrenden SW ein ganz aufserordentlich heiterer Tag ist, mit einer Durchsichtigkeit der Luft, welche die Berge der Alpen gewöhnlich bis zum Erschrecken nahe herantreten läfst. Die Feuchtigkeit des SW bemächtigt sich aller festen Theile, welche bis dahin die Durchsichtigkeit der Luft getrübt und den Dunst gebildet hatten, den man *Heerrauch* zu nennen pflegt, (gröfstentheils wohl Staub von Pflanzen und Saamen von Moosen, hygroscopische Substanzen, die durch ihr Feuchtwerden durchsichtig, vielleicht auch schwerer gemacht, und dadurch zu Boden gesenkt werden). Der erste Tag der *Bize* dagegen ist ein grauer dicht umzogener Tag, *une Bize noire*, wie man sie nennt; die feinen Tropfen des Regens dieses Windes hängen sich fest an den näfsbaren Körpern, und durchdringen was sie berühren; sie treten, so wie oben, so ebenfalls in der Luftschicht, in der man sich eben befindet, hervor, wie die Wolken auf Bergen, und 0,2 Zoll *Bize*-Regen (kaum wird er je mehr betragen) ist daher mehr von Reisenden gefürchtet, als 0,5 oder 0,8 Zoll Regen mit *Vent* (dem SW-Wind). Dieser fällt in Strömen von höheren Regionen herunter, und läuft

daher ſchnell ab von den Flächen, die ihm entgegen ſtehen.

Wenn daher auch nördliche Winde von wahren Regen-Winden nicht völlig können ausgeſchloſſen werden, ſo ſtehen ſie hierin doch den S-Winden weit nach. Vergleicht man zu Folge der am Ende dieſer Abhandlung ſtehenden Tafeln III und IV die Menge der *Regenwinde* mit der Menge der *Winde überhaupt*, ſo erhält man folgende Verhältniſſe:

Nord	1 : 12,25	Süd	1 : 4,63
Nord-Weſt	1 : 6,95	Süd-Oſt	1 : 10,95
Weſt	1 : 5,1	Oſt	1 : 15,12
Süd-Weſt	1 : 3,31	Nord-Oſt	1 : 17

Faſt jeder 3te SW-Wind iſt daher ein Regenwind; dagegen bei NO-Winden unter 17 nur erſt einer. Man ſieht, wie ſehr viel die Winde von NW bis S hierin die übrigen Winde überwiegen.

Nimmt man jedoch in die Zahl auch die *Schnee-Tage* auf, wie das wohl der Natur der Sache ganz gemäſs ſcheint, ſo erſcheinen folgende Verhältniſſe der *Schnee- und Regen-Winde* zur Zahl der *Winde überhaupt:*

Nord	1 : 5,8	Süd	1 : 3,8
Nord-Weſt	1 : 4,5	Süd-Oſt	1 : 6,86
Weſt	1 : 4,2	Oſt	1 : 8,8
Süd-Weſt	1 : 2,77	Nord-Oſt	1 : 8,1

Es iſt daher nur unter $2\frac{1}{2}$ Tagen des SW-Windes ein Tag ohne Regen und Schnee zu erwarten; dagegen werden bei O-Wind 8 Tage trocken ſeyn, und nur erſt am 9ten wird Schnee oder Regen herabfallen. Dieſe Verhältniſſe müſſen ſich nach den Monaten ſehr abändern. Die beigefügte Tabelle I giebt davon eine Ue-

berſicht, ſo weit 5 Jahre ſie zu geben vermögen. Unter ihnen gehört das kleinſte Verhältniſs den SW-Winden im *Juli;* wenn auch nicht alle Regen bringend ſind, ſo ſind es unter 7 doch 4 gewiſs, und der mittlere Stand des Barometers bei denſelben iſt tiefer unter dem mittleren Barometerſtande dieſes Windes überhaupt, als man es in irgend einem andern Monat wieder antrifft. Es iſt nämlich der Barometerſtand im *Juli:* bei SW 333,61‴, bei Regen 331,65‴, alſo 1,96 oder nahe an 2‴ niedriger! Freilich beträgt die ganze Anzahl dieſer Tage in dieſem Monat wenig über 9. Dagegen iſt bei Nord-Wind im *Juni*, ſelbſt unter 45 Tagen noch kein Regentag zu befürchten.

5. Mittlere Barometerhöhe bei dem Schneefall.

Auch für die Urſachen, welche den Schnee über die Erdfläche verbreiten, iſt die Betrachtung der Barometerhöhen nicht ohne Belehrung. Es zeigt nämlich I wiederum die mittleren Barom. Höhen der Winde überhaupt, und II die Höhen bei den Winden mit Schneefall.

	N	NW	W	SW	S	SO	O	NO
I.	336,32	335,85	335,13	333,61	333,06	333,55	336,36	336,62
II.	333,25	334,37	333,62	331,93	330,76	332,21	333,38	333,75
Differ.	3,07	1,48	1,51	1,68	2,30	1,34	2,98	2,87

Bei keinem Winde ſteht alſo das Barometer während des Schneefalls in der dieſem Winde zukommenden Höhe, ſondern überall beſonders tief, vorzüglich bei N-, NO- und O-Wind, bei denen der Unterſchied bis auf 3‴ ſteigt, und das Barometer auf einer Höhe ſteht, welche durchaus nur S-Winden zukommen ſollte. Doch ſind es gerade die nördlichen Winde,

durch welche am häufigſten der Schnee hervortritt. Die Menge der Schnee-Tage war nämlich folgende:

	N	NW	W	SW	S	SO	O	NO
in 5 J.	38	74	51	54	17	25	24	60
in 1 J.	7,5	14,8	10,2	10,8	3,4	5,4	4,8	12

Hätte man blos dieſe Zahlen vor Augen, ſo würde man leicht glauben können, der Schnee werde uns von polariſchen Gegenden durch nördliche Winde zugeführt; der Mittelſtand des Barometers zeigt dagegen wie irrig ein ſolcher Schluſs ſeyn würde. Da er im Stande der S-Winde iſt, ſo muſs die Nordluft bei Schneefällen nur eben erſt erſchienen ſeyn; und dann iſt es klar, daſs der Schnee nur der Einwirkung der kalten Nordluft auf Dampf-haltende warme Luft von Süden her ſeine Entſtehung verdankt. Und das geht noch deutlicher aus dem unter I folgenden Beiſpiele einiger Tage hervor.

Die Erkältung der Südluft und daher der Schneefall, iſt um ſo gröſser, je beſtimmter die nördlichen Winde herabkommen; haben ſie ſich aber völlig die Herrſchaft errungen, ſo fällt kein Schnee mehr, oder höchſtens nur noch in leichten kleinen und getrennten Flocken. Und hierdurch wird der Ausſpruch, den man oft hört: „groſser Schneefall ziehe groſse Kälte nach ſich,“ auf eine nähere Urſache zurück geführt. Die Nordwinde nämlich, als Urſache des Schnees, verbreiten die kalte Luft, und treiben zugleich das Barometer herauf. In dem unter II folgenden Beiſpiele ſtieg das Barometer nach dem Schneefall in einem Tage um 8,5‴. Wer das Barometer fleiſsig beobachtet, weiſs, daſs überhaupt die äuſserſten Extreme der tiefen und hohen Stände im Winter gewöhnlich gar wenige Tage

von einander entfernt ſind; und ich glaube bemerkt zu haben, daſs das Queckſilber vom tiefen Stande ſchnell zum höchſten hinaufläuft, nicht aber umgekehrt. Die Urſache dieſer Erſcheinungen kenne ich nicht.

I. März 1783.

am	Bar.	Ther.	
2. 10U.	328,11‴	—1°	SSW
3. 7	330,5	—2	NNO
			vielSchn
2	332,7	—0,5	N
10	334,8	—3,6	N

II. Februar 1786.

am	Bar.	Ther.	
12. 6U.a	330‴		SW
			ſtark Schn.
13. 7 m	333	+1,7°	NW
2 a	337,8	+1,4	NW
10	341,5	—0,3	NW
14. 7 m	343,2	—1,3	SW

Schneiet es mit W- und SW-Winden, wie das faſt eben ſo häufig als mit NO-Winden geſchieht, ſo iſt man wohl berechtigt anzunehmen, daſs dieſes in dem Augenblicke der ſchnellen Erkältung Statt findet, der eben ankommenden warmen Südluft an den Nordwinden, die durch ſie vertrieben werden. Einige nähere Angaben mögen dieſes erweiſen.

Am 20 Januar 1785, bei Temperaturen von — 4° am Morgen und — 2° zu Mittag, ſtieg das Barometer von 336 zu 336,6, 336,5‴ mit Oſt und hellem Sonnenſchein; und es erhielten ſich dieſe Kälte und dieſe hohen Stände. Am 28 Januar fiel das Queckſilber 8‴, und am 29 früh ſtand es nur noch 328‴ mit SW-Wind. Sogleich ſchneite es mit wüthendem Winde, und Schnee fiel bis in den folgenden Tag.

Im Jahr 1786 fiel der erſte Schnee am 29 October. Seit 8 Tagen hatten Nordwinde geweht, NW und NO mit 342‴ Barometerſtand, und die Temperatur war durch ihren Einfluſs tief herabgeſunken. Da erſchienen Südwinde, und zwar

		Barom.	Therm.	
um 7 Uhr	SSW	340,4‴	8,5°	
10				heftiger Schneefall
2	SSW	339,9	2,3	
10	O	339,6	0,7	Schnee.

Nun trieb der O-Wind das Barometer wieder bis auf 341‴, und die Luft, die ſich bis — 2° erkältete, ward hell. Fiel nicht hier offenbar der Schnee aus dem erkälteten Süd-Weſt?

Im Anfange des März 1786 fiel ſehr viel Schnee mit NO- und N-Winden, bei ſehr niedrigen Barometerſtänden, von 329 an nur bis 334‴, aber bei tiefer Temperatur, indem nie, auch am Mittag, das Thermometer über — 3°, meiſtens — 5 bis — 7° ſtand. Am 12 März ſchneite es mit SSW, und nun ſtand das Barometer auf 333‴ und die Wärme ſtieg auf — 1° und + 1°. Wer möchte hier nicht glauben, es habe der das Barometer niederhaltende Süd-Weſt in den höheren Luft-Schichten ſchon fortwährend gewehet, und dort durch Erkältung vielleicht geregnet, und es ſeyen die tieferen Luft-Schichten, durch Erde berührende Nordwinde kälter geweſen, und in ihnen habe der Regen ſich zu Schnee geſtaltet. Denn gar häufig ziehen die wärmeren Winde in der Höhe fort, ehe ſie herabkommen; vielleicht geſchieht es jederzeit wenn Südwinde Nordwinde vertreiben. Zu *Inspruck*, im Thale des Inn, ſieht man nicht ſelten mitten im Winter den Schnee in 3000 Fuſs Höhe am Abhange der Berge völlig geſchmolzen, indeſs es im Thale bitter kalt iſt, und der Schnee auf dem Boden nicht einmal feucht wird. Dann ſagt man, der Südwind des Brenners drücke die *Kälte von* oben in das Thal herunter. Wie ſehr die-

ſes auch in *Berlin* ſichtbar iſt, möge wieder ein Beiſpiel erweiſen: Am 1 März 1783 fiel das Barometer bis am 2ten um 7 Uhr Morgens von 333,2 bis 328,2‴ bei Wind, der von NW durch O bis NO ging, und es ſchneite bei dieſem Winde. An dieſem Tage war

	in *Rom*			in *München*	
um 7 U.	332,9‴	NO	um 7 U.	312,04‴	S
2	331,3	SO	2	310,3	S
10	330	SW	10	308,5	W
am 2. 7	328,4	SSW			
2	324,4	SW			

Rom und *München* würden daher ſchon erwieſen haben, daſs der Fall des Barometers zu Berlin den Süd-Weſten zukomme, die daher in den oberen Regionen der Atmoſphäre fortziehen muſsten. Einige Tage ſpäter fiel das Minimum des Barometerſtandes dieſes Jahres, nämlich am 6 März des Abends, zu gleicher Zeit in *Berlin* (322,9‴ O-Wind) wie in *Rom* (327,3‴ S und SW-Wind). Durch fleiſsige Zuſammenſtellungen und Vergleichungen hat Herr Steiglehner in den Manheimer meteor. Ephemeriden bewieſen, daſs die *tiefen* Stände des Barometers ſich von SW gegen NO progreſſiv, etwa im Verlaufe eines Tages verbreiten. Schon daraus würde der O-Wind in *Berlin* ſehr verdächtig erſcheinen. Nun aber findet ſich dieſer tiefſte Stand am 6 März in *Middelburg* (320,4‴) mit WSW; in *Göttingen* mit S und SW; in *Düſſeldorf* mit S; in *Rochelle* mit SW. Das ſcheint doch in der That hinreichend, auch zu *Berlin* den SW-Wind in den oberen Theilen der Atmoſphäre zu erweiſen. Vielleicht herrſchte er ſchon in zwei- oder

bendrahte gelegen hat. Windet man zwei ſolche Schrauben von *Eiſen*draht, die eine links, die andere rechts, um Metallſtäbe, ſo wird in beiden magnetiſche Kraft erzeugt, die Pole aber ſind auch, wie bei dem gewöhnlichen Verfahren, an denſelben Enden entgegengeſetzt; und iſt auch der umwundene Metallſtab ebenfalls Eiſen, ſo zeigt er dennoch dann keine Spur magnetiſcher Kraft. Ich bediente mich zu dieſem Verſuche einer Stricknadel und zweier ſchraubenförmig gewundenen Haarnadeln, welchen ich, um beim Abziehen die Reibung zu vermeiden, durch Windung um ein ſtärkeres Hölzchen ihre Form gegeben hatte, ſo daſs ſich die dünnere Stricknadel leicht durchſchieben ließ. Die Stricknadel hatte ich an dem Ende, wo die Ausladung geſchah, mit einem Knöpfchen verſehen. Ein ſolcher ſchraubenförmiger Eiſendraht unmittelbar electriſirt, zeigte dagegen eben ſo wenig als ein gerader Metallſtab eine Spur magnetiſcher Kraft. Ferner bemerkte ich, daſs, wenn man eine Glasröhre mit einem ſchraubenförmig gewundenen Draht umgiebt, und über dieſen weg einen entgegengeſetzt gewundenen laufen läſst, beider Ende an der einen und an der andern Seite in einen Metallknopf vereinigt, und dann, wie gewöhnlich entladet, die in der Röhre liegende Stahlnadel nicht im Geringſten magnetiſirt wurde.

2.

Hämmern, Feilen, Bohren, Stoſsen u. ſ. f., ſo wie auch Ablöſchen von Eiſen, führen häufig den magnetiſchen Zuſtand deſſelben herbei, haben ihn aber auch öfters nicht zur Folge, obſchon dieſelbe Veranlaſſung gegeben zu ſeyn ſchien. Durch wiederholte

und mit aller Genauigkeit angeſtellte Verſuche habe ich mich völlig überzeugt, daſs die Abänderung, welche die Beſchaffenheit des Eiſens, ſowohl durch mechaniſche Behandlung, als auch beim Ablöſchen (deſſen Wirkung ich mir als erſchütternd denke) erleidet, daſſelbe durchaus nie magnetiſch, ſondern nur tüchtig macht, durch Einwirkung der magnetiſchen Kraft der Erde und des Himmels (?) es zu werden.

Um mich bei Mittheilung der Verſuche möglichſt kurz faſſen zu können, will ich zunächſt das verſchiedene Verfahren angeben, deſſen ich mich bediente, Eiſen für magnetiſche Einwirkung empfänglich zu machen. Das Feilen, Bohren, Hämmern, Stoſsen, verlangt keine nähere Beſtimmung, wohl aber das Reiben, Schnellen, und Ablöſchen. Das *Reiben* bewirkte ich durch eine etwas ſchnabelförmig gebogene Zange, in welche ich das Ende einer Eiſen-Nadel (ich bediente mich der gewöhnlichen Haar- und Strick-Nadeln) etwa 2 Zoll lang faſste, indem ich es der zugedrückten Zange wieder entzog. Das *Schnellen* (mit Hülfe der Elaſticität bewirkte Erſchütterung) wirkt am beſten, wenn man eine nicht zu kurze Eiſennadel an einem Ende faſst, das andere zurückdrückt, und dann losläſst; es wird verſtärkt, wenn man dieſes gegen einen harten Körper ſchnellt. Stricknadeln mittlerer Stärke ſind ſehr geeignet dazu. Das *Ablöſchen* muſs raſch geſchehen, damit die Wirkung recht durchdringend ſey; ſtarke Haarnadeln eignen ſich gut dazu die beabſichtigte Wirkung ſchnell zu zeigen, welche durch Wiederholung des Verfahrens ſtets zu erzwingen iſt. Weiches Eiſen

wird ſchneller magnetiſch als gehärtetes, dieſes aber bleibt es länger.

Verſuche.

1. Ich hielt eine gerad-gebogene Haarnadel in der Mitte, in horizontaler Richtung von O nach W, und bearbeitete mit der Zange erſt das eine, dann das andere Ende, immer in dieſer Richtung. Obſchon es lange genug geſchah, zeigte ſich die Nadel doch nicht im Geringſten magnetiſch. (Nur war die Wirkung, die ſie als Eiſen auf die Magnetnadel hatte, verſtärkt worden.) *Schnellen* der Nadel, und *Ablöſchen* des geglühten Endes, beides in *derſelben* Richtung wie zuvor, hatten eben ſo wenig Erfolg. Ausdrücklich muſs ich aber bemerken, daſs, damit der Verſuch rein ſey, die Zange auch ganz horizontal während des Gebrauchs gehalten werden müſſe.

2. Ich hielt eine Haarnadel (und bei Wiederholung des Verſuchs eine Stricknadel mittlerer Stärke) an dem oberen Ende, und ſchnellte einigemal das untere. Dieſes war dadurch zum Nordpol, und das obere zum Südpole geworden. Oft aber (im Fall die Wirkung nicht ſtark genug geweſen war) war am oberen Ende noch nicht Südpol, nur ſtärker wirkendes Eiſen wahrnehmbar. Wiederholung des Verfahrens entwikkelte aber dieſen dann ſehr bald; am ſchnellſten geſchah dieſes jedoch, wenn nach dem Schnellen des untern Endes auch das obere einigemale geſchnellt wurde. Kehrt man, wenn beide Pole hinreichend entwikkelt ſind, die Nadel um, ſo daſs der Südpol nach unten kommt, ſo bleiben ſie doch wie ſie waren; ſchnellt man aber die Nadel dann wieder auf bemerkte Art, ſo

werden (wenn es recht allmählig geſchieht) die Enden ſich erſt blos wieder als freies Eiſen zeigen, und auf Wiederholung des Verfahrens zu entgegengeſetzten (ihrer nunmehrigen Richtung entſprechenden) Polen werden. Biegt man eine Stricknadel krumm, und hält ſie in der Mitte, ſo, daſs beide Enden nach *unten*, oder beide nach *oben* gekehrt ſind, (wobei verticale Richtung der Enden im ſtrengſten Sinne nicht Statt findet, auch nicht nöthig iſt) und ſchnellt ſie erſt mit dem einen, dann mit dem andern Ende wiederholt an einen harten Körper, indem man ſie dabei ſtets in derſelben Richtung läſst, ſo werden im erſteren Falle beide Enden zu Nordpolen, im letzteren beide zu Südpolen, und zwar nicht blos für einen Augenblick.

Die übrigen mechaniſchen Bearbeitungen des Eiſens, ſo wie das *Ablöſchen*, geben, bei Beachtung derſelben Richtung, daſſelbe Reſultat. Ich kann hier zu erwähnen nicht unterlaſſen, daſs, wenn ein in horizontaler Richtung von O nach W (S. 318) bearbeiteter Eiſenſtab, anſtatt unmagnetiſch zu bleiben, doch bisweilen ſüd- und nord-polariſirend am bearbeiteten Ende wurde, dies blos vom Halten der Zange herrührte, indem die Arme derſelben nach oben oder unten (nicht horizontal) gehalten, dem ſüd- oder nord-polariſirenden Wirken Leiter ſind, ſo daſs dieſes an den Eiſenſtab, der innigſten Berührung wegen, in welcher er mit der bearbeitenden Zange iſt, übergeht, und zwar, auch nach der Entfernung dieſer, bleibend. Man kann den Beweis dafür dadurch führen, daſs man, abſichtlich ſo verfahrend, beliebig Nord- und Südpol machen kann, je nachdem man die Zangen-Arme nach unten,

oder nach oben, während der Bearbeitung gerichtet hält. Und dieſen Einfluſs muſs man bei mehreren dieſer Verſuche im Sinne behalten.

3. Ich hielt eine Eiſennadel in der Richtung von S nach N. Die Verſuche gaben alle unter 2. aufgeführte Reſultate, indem das von S her ſich äuſsernde magnetiſirende Wirken dem vom Himmel herab, und das von N her dem aus der Erde herauf gänzlich entſpricht; ſo, daſs man den Pol, der durch Benutzung einer dieſer homogenen Wirkungen entwickelt iſt, durch Benutzung der ihr entſprechenden mehr und mehr verſtärken kann. Es laſſen ſich daher auch 2 Nord- oder 2 Süd-Pole an den Enden einer Nadel entwickeln, wenn man ſie in einen rechten Winkel biegt, und das eine Ende nach Norden, das andere der Erde zukehrt, oder das eine nach S, das andere lothrecht aufwärts gerichtet, behandelt. Doch zeigt ſich dabei recht auffallend, wie die N-Wirkung von der Erde herauf die von N her an Intenſität übertrifft, ſo wie die S-Wirkung vom Himmel herab die von S; in den erſteren Richtungen der Nadel bewirkt bisweilen ein einziger Zangenzug, was in den letzteren viele kaum vermögen. Von den übrigen Arten der Bearbeitung und dem Ablöſchen gilt daſſelbe. Jene Richtungen geben zwar, wenn man ſie genau beobachtet, eine ſchnellere und entſchiedenere Wirkung, doch finden dieſe in minderem Grade noch Statt, wenn man auch von denſelben ziemlich weit abweicht.

Dieſe Verſuche ſcheinen mir *erſtens* zu erwieſen, daſs die magnetiſche Kraft, welche unter den bemerkten Bedingungen dem Eiſen zu Theil wird, nicht in *oder an demſelben* erzeugt, ſondern demſelben nur mit-

getheilt wird, um ſo ſtärker und bleibender, je tüchtiger es geworden iſt, in dieſe Verbindung einzugehen und darin zu beharren. *Zweitens* ſcheinen ſie mir ein indirecter Beweis für die Meinung zu ſeyn, daſs bei dem Magnetiſiren des Eiſens durch Electricität die Electricität durch gewiſſe Modification magnetiſche Kraft werde, indem dieſes Magnetiſiren in jeder Stellung und Lage des Eiſens gelingt, und ſomit von dem Erd- und Himmels-Magnetismus als durchaus unabhängig erſcheint. Dennoch muſs ſowohl die durch Electricität als auch die durch den Magnet dem Eiſen mitgetheilte magnetiſche Kraft, der auf angegebene Art begünſtigten Einwirkung jener weichen.

VI.

Eine auffallende Beziehung zwiſchen den Erſcheinungen des Magnetismus, Galvanismus und Phytoismus;

nebſt einem Vorſchlag zu einem belehrenden Verſuch über den Einfluſs des Galvanismus auf den Phytoismus,

vom

Grafen Georg von Buquoy in Prag.

So wie der *Magnetismus* den Inbegriff und das Weſen der magnetiſchen Erſcheinungen, der *Galvanismus* den Inbegriff und das Weſen der galvaniſch-electriſchen Erſcheinungen ausdrücken, eben ſo begreife ich unter dem Ausdrucke *Phytoismus* den Inbegriff und das Weſen aller Erſcheinungen des Pflanzenlebens.

Hebt man aus der unendlichen Menge der im *Magnetismus*, *Galvanismus* und *Phytoismus* hervortretenden Erſcheinungen blos diejenigen heraus, worin ſich unmittelbar und allein eine *Beziehung auf die Weltgegenden*, *auf beſtimmte unſerm Planeten entſprechende Richtungen* äuſsert, ſo kömmt man leicht auf die höchſt intereſſante Bemerkung, „daſs jene dreierlei Erſcheinungen zuſammen genommen, der Beziehung auf die drei Dimenſionen des Raumes ein volles Genüge leiſten, und daſs ſie, in dieſer Hinſicht, gleichſam als ſich ergänzende Erſcheinungen zu betrachten ſind.“

Folgendes wird das Geſagte deutlicher machen:

Jedem Standpunkte des Erdkörpers unter dem Aequator entſprechen folgende *drei einander ſenkrecht durchſchneidende Richtungen:* Erſtens von *Süd nach Nord* und umgekehrt; zweitens von *Oſt nach Weſt* und umgekehrt; drittens von *Zenith nach Nadir* und umgekehrt.

Es bezieht ſich auf die erſte dieſer (die drei Coordinaten-Axen des Erd-Sphäroides ausdrückenden) Richtungen bekanntlich der *Magnetismus*, vermöge der Lage der Magnetnadel; auf die zweite der *Galvanismus*, laut der der Magnetnadel ertheilten Declination nach Oſt oder Weſt (nach Oerſted's Entdeckung); auf die dritte der *Phytoismus*, gemäſs des an höher organiſirten Pflanzen, vom *punctum ſaliens* des Saamenkeims aus, nach dem Zenith und Nadir hin ſchieſsenden Stengel- und Wurzel-Triebes. Dieſes letztere bedarf einer Erläuterung.

So allgemein auch die Meinung verbreitet iſt, daſs *die Richtungen* des Wurzelkeimes und des Blüthen-

keimes (den einige *Lichtkeim* nennen wollen) blos durch Finsterniss und Licht bestimmt sey, so ist doch diese Ansicht vollkommen falsch. Dass vielmehr die Richtung der Wurzel- und Stengel-Triebe sich wesentlich auf die *Lage vom Nadir und vom Zenith* beziehe, habe ich durch sorgfältig angestellte Versuche in meinen „Skizzen zu einem Gesetzbuch der Natur“, Leipz. bei Breitk. u. Härt. 1817 §. 297 f. dargethan, woraus ich hier nur kurz das Wesentlichste vortragen will.

Ich liess (im Juni 1816) einen hölzernen Cylinder gegen 3 Fuss hoch und 6 Zoll im Lichten verfertigen, welcher unten geschlossen, oben offen war. Der Boden wurde in der Mitte kreisrund ausgeschnitten, und eine 3 Z. weite, genau hinein passende blecherne Röhre, von der Länge des Cylinders, hineingezwängt, so dass die Axen der beiden Cylinder in einander fielen. Den Zwischenraum zwischen beiden Cylindern füllte ich so genau mit feinem Sande aus, dass in die blecherne Röhre kein Licht als von oben hinein dringen konnte. Unter der Röhre war am Boden des hölzernen Cylinders ein Siebtuch angenagelt, und der Apparat wurde so gestellt, dass das Siebtuch unten, der offene Theil der Cylinder oben, und die gemeinschaftliche Axe beider lothrecht war. Nun schüttete ich in die Blechröhre auf das Sieb 3 Linien hoch Erde, säete in ihr Gerste, und bedeckte sie mit 3 Zoll Erde. Täglich wurde schwach begossen; diesen Augenblick ausgenommen war der obere Theil der Cylinder stets so genau verschlossen, dass in der Blechröhre die vollkommenste Finsterniss herrschte. Nach einigen Wochen zeigten sich weisse Wurzeln, welche das Sieb *vertikal hin-*

ab durchdrangen, und ſich zum Theil mit demſelben verflochten. Auch zeigte ſich bald darauf die aus der Erde *vertikal aufſteigende* hervorkeimende Gerſte, welche ganz die Geſtalt der gewöhnlichen jungen Gerſtenpflanze hatte, nur mit dem Unterſchiede, daſs ſie bloſs ſtrohgelb, beinahe weiſs war, welches wohl nur von dem Abgange von Licht herrührte. Nachdem die Gerſte einige Zeit ſo fortgewachſen war, und eine Höhe von etwa 6 Zoll erreicht hatte, fing ſie an abzudorren.

Das *Licht* hätte hier auf die *Richtung*, nach der die Wurzeln und Blätter wuchſen, *keinen Einfluſs*; denn wäre es das Licht, welches den Blüthenkeim bei den Pflanzen aus der Erde von unten hinauf zu ſchieſſen beſtimmt, ſo hätte in dieſem Verſuche, wo das Licht *nur von unten eindringen konnte, und oben Finſterniſs herrſchte, der Blüthenkeim hinab, und der Wurzelkeim hinauf* wachſen müſſen. Es war alſo hier *blos die Lage vom Zenith und Nadir das beſtimmende Princip in der Richtung.*

Ein andermal nahm ich eine hohle meſſingne Kugel von 1 Zoll Durchmeſſer, die ſich in zwei Hälften trennen lieſs, und an der Oberfläche mit nahe an einander ſtehenden kleinen Löchern verſehen war. Ich füllte ſie mit Gartenerde und ſäete einige Körner Gartenkreſſe in den Mittelpunkt, d. h. in die Mitte des in der Kugel eingeſchloſſenen Erdkügelchens. Die Kugel wurde an den Zeiger einer Wanduhr befeſtigt, und war daher beſtändig im Umdrehen; ſo daſs es für den keimenden Saamen weder ein *Oben* noch ein *Unten* gab. Die ganze Vorrichtung befand ſind in einer mäſsig geheitzten Stube, und die Kugel wurde täglich

mit Waſſer benetzt, um die eingeſchloſſene Erde fortwährend feucht zu erhalten. Iſt nun die Lage vom Zenith und Nadir wirklich das beſtimmende Princip an der Richtung des Sproſſens der Wurzel- und Stengel-Triebe, ſo mußte hier entweder das Wachſen gar nicht erfolgen, oder es mußte ein gleichnamiges Sproſſen nach mehreren entgegengeſetzten Seiten zu gleicher Zeit vor ſich gehen. Es erfolgte das Letztere; denn nach ungefähr 10 Tagen ſah ich durch die Löcher der meſſingnen Kugel, nach mehreren Seiten hin, kleine Keime hervorſtehen. Es bildete gleichſam das Sproſſen ein centrales Ausſtrahlen von Keimen aus dem Mittelpunkte der Kugel, und es war unmöglich, beim Oeffnen der Kugel, die Blüthenkeime und Wurzelkeime von einander zu ſondern, alles war unter einander wie verfilzt; *ſowohl Wurzel- als Blüthen-Keime ſproſsten vom Centro aus nach der Peripherie der Kugel hin.*

Als ich den Verſuch zum Zweitenmale machte, zog ich die Uhr nicht auf, wodurch die Kugel unabänderlich in einer und derſelben Lage blieb. In dieſem Falle geſchah das Wachſen der *Wurzeln herab*, und das Wachſen der *Blüthenkeime hinauf*; auch war es beim Oeffnen der Kugel leicht die Pflanzen von einander zu ſondern, da ſie neben einander liegende Streifen bildeten.

Dieſe letztere Betrachtung über die dem *Zenith* und *Nadir* entſprechende Richtung *im Schoſſen der Stengel- und der Wurzel-Triebe*, veranlaſst mich, den Naturforſchern, welche ſich mit den galvaniſchen Verſuchen beſchäftigen, folgenden höchſt lehrreichen Verſuch vorzuſchlagen.

laſſe das cylindriſche Stück eines Glasſtöpfels durch Schleifen auf dem Schleifſtein in einen Würfel umformen, lege dieſen auf ein Platinblech, und umgebe daſſelbe allmählig überall mit glühenden Kohlen, die man anfache bis der Würfel hellroth glüht. In dieſem Zuſtande nehme man ihn aus dem Feuer, und laſſe ihn auf dem Platinblech in freier Luft erkalten. Ich beſitze auf dieſe Art bereitete Würfel, welche nur 2 bis 3 Linien Durchmeſſer haben, und die ſchönſten Farben etc. zeigen.

2.

Wenn man auf *oxalſaures Silberoxyd* Feuer oder die condenſirten Sonnenſtrahlen wirken läſst, ſo zerfällt daſſelbe unter ziſchendem Geräuſche plötzlich in *Kohlenſäure* und metalliſches *Silber*. Hierbei wird ſo viel Electricität erregt, daſs, wenn man den Verſuch auf dem Teller das Goldblatt-Electrometers unternimmt, die Goldblättchen bei der Verpuffung einzelner Staubtheilchen jenes Salzes ſchon aus einander fahren, bei Zerſetzung größerer Mengen, von etwa $\frac{1}{4}$ Gran, aber bis an die Glaswand abgeſtoſsen werden. — Andere oxalſaure Salze, welche in hoher Temperatur ebenfalls verpuffend in Metall und Kohlenſäure zerfallen, wie z. B. das *oxalſaure Queckſilber-Oxydul*, das *oxalſaure* (ammoniakal.) *Kupfer*, das *Brugnatelliſche Knallſilber* etc., geben bei ihrer Zerſetzung nur äuſserſt ſchwache Anzeigen von Electricität.

Ich glaube daſs die Mittheilung jener Beobachtung den Phyſikern angenehm ſeyn werde, weil ſie dadurch von einer Subſtanz Kenntniſs erhalten, welche im hohen Grade geeignet iſt, das Auftreten der Electricität *bei chemiſcher Wechſelwirkung* durch einen ſchönen

einfachen Verſuch darzulegen. Aber, was merkwürdig iſt, dieſer Verſuch gelingt nur dann, wenn das Salz auf dem Electrometer-Teller frei liegt: bedeckt man es, ſelbſt nur mit einem groſsen Uhrglaſe, ſo werden beim Verpuffen deſſelben unter dieſem Glaſe gar keine Zeichen von electriſcher Thätigkeit wahrgenommen.

3.

Ich finde, daſs die im Waſſer aufgelöſte *Oxalſäure* (Sauerkleeſäure) von allen *Hyperoxyden*, wie z. B. von Braunſtein, vom braunen Bleioxyd, von den ſchwarzen Oxyden des Kobalts und Nickels, von Chroamſäure etc., in *Kohlenſäure* verwandelt wird. Da nun in der Oxalſäure 3, in der Kohlenſäure aber 4 Antheile Sauerſtoff enthalten ſind, ſo darf man die Volum-Menge der gebildeten Kohlenſäure nur mit der Zahl 4 dividiren, um die Menge des überſchüſſigen Sauerſtoffs zu finden, welcher in einer beſtimmten Quantität eines der genannten Hyperoxyde enthalten iſt. Ich habe dieſes Verfahren auf die Zerlegung des *ſchwarzen Erdkobalts von Saalfeld* angewendet, und dadurch gefunden, daſs in 100 Gewthlen deſſelben 7,27 Gwthle überſchüſſigen Sauerſtoffs, und auſserdem, als Hauptbeſtandtheile,

34,37 Gwthle Kobalt-Oxydul,
33,47 Mangan-Oxydul und
24,56 Waſſer

enthalten ſind. Ob der Sauerſtoff mit dem Kobalt-Oxydul, oder mit dem Mangan-Oxydul, oder mit beiden verbunden geweſen ſey, konnte ich nicht genau ausmitteln. Ich vermuthe das letzte; denn Salpeterſäure wirkt auf das Foſſil *nicht* ein. Es könnte aber auch ſeyn, daſs zwiſchen beiden Oxyden ein ſalzartiges Verhältniſs Statt fände. — Uebrigens hat man hier das

Hydrat eines gemiſchten Oxydes, in welchem die Menge des Sauerſtoffs des Waſſers, faſt genau der Menge des Sauerſtoffs der beiden Oxyde entſpricht.

4.

Berzelius hat Thomſon's Verſuch über die Wirkung der concentrirten Schwefelſäure auf *Eiſenblauſaures-Kali* wiederholt, und nach ſeiner Angabe gar nichts von einem brennbaren Gas erhalten. Dieſes veranlaſste mich, den Gegenſtand aufs neue in Unterſuchung zu nehmen, und nachzuſehen, ob ich mich in meinen erſten Verſuchen, in welchen ich (ſtatt des von Thomſon angekündigten Waſſerſtoff-Kohlenoxyd-Gaſes) blos reines mit wenig Blauſäuregas gemiſchtes Kohlenoxydgas erhielt, getäuſcht habe. Ich ſetzte zu dem Ende 20 Gran Eiſen-blauſaures-Kali mit 150 Gran Vitriolöhl in Berührung und lieſs nun auf das in einer kleinen pneumatiſchen Glaskugel enthaltene Gemiſch die Wärme einer Spiritus-Lampe wirken. Der Erfolg war, wie ich ihn früher wahrgenommen hatte: es entwickelte ſich nämlich ſehr bald eine groſse Menge einer farbenloſen elaſtiſchen Flüſſigkeit, welche an Waſſer etwas ſchweflige Säure, und an Kali-Auflöſung ohngefähr $\frac{1}{5}$ ihres Umfanges Blauſäure abgab. Das rückſtändige Gas war entzündlich, und gab mit einem gleichen Volum Sauerſtoffgas gemiſcht, durch Verpuffung im Queckſilber-Eudiometer genau ein demſelben gleiches Volumen Kohlenſäure-Gas, *wobei die Hälfte der angewandten Menge Sauerſtoffgas zurückblieb.* Dieſer Verſuch wurde mehrere Male in Gegenwart vieler Studenten, welche ſich unter meiner Leitung mit analytiſcher Chemie beſchäftigen, wiederholt, und er gab ſtets daſſelbe Reſultat.

In dem Proceſſe jener Wechſelwirkung wird zugleich eine groſse Menge *Ammoniak* gebildet, welches mit der Schwefelſäure verbunden bleibt. Man ſieht daraus, daſs der ganze Erfolg bedingt iſt durch das Waſſer des Eiſen-blauſauren-Kali und der Schwefelſäure. Der Kohlenſtoff des Cyanogens [Blauſtoffes] nimmt den Sauerſtoff, und der Stickſtoff deſſelben den Waſſerſtoff des Waſſers und der Blauſäure auf, wodurch auſser dem Ammoniak, das Thomſon ganz unbegreiflicher Weiſe überſehen hat, nichts anderes *als Kohlenoxyd-Gas gebildet werden kann.* Denn

wenn wir die chemiſche Conſtitution der Blauſäure durch die Formel $C N' H$ (= 11,4 Carbon, C, + 13,5 Stickſtoff, N', + 1 (0,94) Waſſerſtoff, H), die Zuſammenſetzung des Kohlenoxyd-Gas und des Ammoniaks aber durch die Zeichen CO^2 und $N'H^3$ ausdrücken; ſo ergiebt ſich, daſs 1 Antheil Blauſäure 2 Antheile Waſſers, $= 2O + 2H$, bedarf, um mit den Elementen deſſelben die genannten Produkte zu bilden; und dann ſind $CN'H + 2HO = N'H^3 + CO^2$.

Würde nun das Eiſen-blauſaure-Kali im *waſſerleeren* Zuſtande mit einer Menge von Schwefelſäure in Berührung geſetzt, in welcher eine kleinere Menge Waſſers als die geforderte enthalten wäre, ſo müſste offenbar ein ganz anderer Erfolg eintreten; und wahrſcheinlich war dieſes der Fall in Hrn Berzelius Verſuche.

5.

Man kündiget uns ſchon wieder ein neu entdecktes Alkali der organiſchen Natur, ein *Alkali des Harnes* oder der Blaſenſteinſäure an, welchem man, da es feuerbeſtändig ſeyn ſoll, den ſonderbaren Namen: *Apyre*, gegeben hat. Ich habe mich bemüht, daſſelbe auf dem vorgeſchriebenen Wege zu erhalten, aber das, was ſich mir darſtellte, war blos *phosphorſaure Magneſia* vermengt mit phosphorſaurem Kalk; alſo wieder jener Apatit, den ich in dem Stoffe des Bilſen- und des Schierlings-Krautes entdeckt habe. Ich will jedoch durch dieſe Mittheilung das Daſeyn des „Apyres“ nicht zweifelhaft machen, ſondern nur Veranlaſſung geben, zu weiterer und genauerer Unterſuchung der Blaſenſtein-Säure, welche ſich aus dem Harne *verſchiedener* Individuen ſcheidet, zugleich aber auch bekennen, daſs ich an keine *feuerbeſtändige* organiſche Subſtanz, alſo auch an kein *fixes* organiſches Alkali glaube. Die feuerbeſtändigen Theile der Thierkörper haben ihren Urſprung aus der Erde, und kommen in ſie durch die Pflanzen, welche als Nahrungsmittel dienen.

Ein Alkali des Harns haben wir in dem ſogenannten Harnſtoffe, in jener Materie, welche ſich ſo begierig mit der Salpeterſäure verbindet und ſich faſt ganz in kohlenſäuerliches Ammoniak auflöſet, wenn Feuer oder andere zerſtörende Potenzen auf ſie einwirken.

VIII.

Ueber das Geräuſch beim Nordlichte;

aus e. Briefe des Hrn Garniſ. Pred. Winkler, Dr. Ph., in Altenburg.

So eben leſe ich in Ihren ſchätzbaren Annalen die gehaltreiche Abhandlung Biot's über das Nordlicht, und finde des Geräuſches erwähnt, das mit dieſer Erſcheinung verbunden ſeyn ſoll. Auch unſern Gegenden iſt dieſes leiſe Kniſtern, Säuſeln, Fächeln, Schwirren nicht fremd, und ich erinnere mich noch recht deutlich aus meinen Jugendjahren, die ich in der Saalgegend oberhalb Jena verlebte, daſs man nach geſehenem Nordlicht (dieſe Erſcheinung war damals noch nicht ganz ſelten) über dieſes Geräuſch ſprach. Ohne den Sagen der Landleute zu viel zu trauen, möchte ich ihrer Ausſage doch in dieſem Falle Glaubwürdigkeit zuſchreiben, da ihre Sinne durch das freiere Leben in der Natur vor den Sinnen der Städter geſchärft ſind. Auch unterrichtete Männer aus der Gegend von Gera erzählten mir daſſelbe; und daſs es namentlich noch bei dem Meteor der Fall war, welches dort Abends zuvor, ehe der Aërolith bei Köſtritz fiel, geſehen wurde, hat ein Zeuge zu dem Protokoll (das ich ſelbſt geleſen habe) gegeben *). Ein ſehr glaubwürdiger Mann verſichert mir, daſs man im Magdeburgſchen bei Nordlichtern oft ins Freie gegangen ſey, um ſich an dem *Geräuſche* zu ergötzen. [?] Ich finde nicht, daſs Sie dieſes erwähnen. Vielleicht iſt Ihnen die Gelegenheit nicht geworden die Stimme der Landleute hierüber zu vernehmen, die ich in einem ſolchen Falle doch nicht verwerflich achten mag **).

*) Dieſer Umſtand ſcheint die Zweifel, die ich Annal. J. 1819 B. 63 S. 219 an der Wirklichkeit der Erſcheinung eines ziſchenden Nordlichts mit der Krone am 12 Oct. 1819 äuſserte, zu beſeitigen. *Gilb.*

**) In dieſen Annalen Jahrg. 1805, B. 19 S. 253 findet ſich unter beachtungswerthen Bemerkungen des Hrn Prof. Wrede (jetzt in Königsberg) über das groſse Nordlicht von 22 Octob. 1804 die Notiz aus „Ehſtland und die Ehſten von Petri, Gotha 1802 S. 54," und „Billing's Reiſe nach dem nördlichen Rufsland, Berlin 1802, S. 70 f." daſs in den dortigen Gegenden die Nordlichter ſehr nahe über der Erdfläche erſcheinen, und bei einem Nordlichte ſich *jederzeit* (?) ein ziſchendes Geräuſch in der Luft hören laſſe. *Gilb.*

Tag	WINDE 8 MOR p. Li	WINDE TAGS	WINDE NACHTS	WITTERUNG TAGS	WITTERUNG NACHTS	UEBERSICHT. Zahl der Tage.
1	541, 4	W 3	SW 2	tr. Nb. wnd	vr.	heiter
2	58	sw. SW 3	SW 3	sch. wnd	vr. wnd	schön 9
3	59	SW 3	ssw 3	vr. Mgr. wnd	sch. wnd	verm. 6
4	56	SW 3	wsw 4	tr. Abr.	tr. Rg. strm.	trüb 10
5	56	nw. NW 4	NW 3	vr. strk Sch. strm.	ht. wnd	Nebel 12
6	44	W. NW 2	W 2	tr.	tr.	Regen 1
7	45	W 2. 3	SW 1	sch. Abr. wnd	ht,	Schnee 3
8	44	sw. S 2	S 1	ht. Mg. Abr. etw Nb	ht. Nb.	windig 11
9	40	O. O 3	SO 2	ht. stk Nb. Abr. wnd	ht.	stürm. 3
10	56	sw. NW 2	N 2	sch. Nb. Abr.	ht.	
11	40	sso. O 2	ono 2	verm.	ht.	Nächte
12	59	NO. oso 2	NO 1	ht. Nb. Mgr. Abr.	ht.	heiter 9
13	59	NO. ono 2	ono 2	sch. dsgl.	ht.	schön 3
14	59	O 2	O 2	sch. dick Nb.	sch. Nb.	verm. 3
15	59	sw. N 2	NW 3	vr. Nb. Mrgr.	tr. wnd	trüb 15
16	40	W. wsw 2	SW 2	tr. Nb.	tr.	Nebel 2
17	39	W 2. 3	NW 3	vr. etws Nb. wnd	tr.	Regen 2
18	56	WW. N 3	ssw 1	sch. etws Nb. wnd	tr. stk Sch. wd	Schnee 2
19	54	N. NW 3	SSW 1	sch. wnd	sch.	windig 6
20	56	O. SW 3	NW 4	sch. Nb. Mgr. wnd	tr. strm	stürm. 2
21	53	SW 3	NW 3	sch. stürm.	ht, wnd	Mgrth 6
22	56	NW. N 3	NW 1	tr. wnd	tr.	Abrth 9
23	56	N 2	W 4	tr.	tr. stk Rg. strm	
24	53	SW 3. 4	NW 2	tr. fein Sch. wnd	vr.	Komet 1
25	54	O 3. 2	N 2	tr. Sch. wnd	tr.	
26	56	NO. NW 2	SW 2	tr. Abr.	tr.	
27	54	W. S 2	SO 2	tr. Sch.	tr.	
28	52	SO. O 2	SO 3	tr.	tr. Sch. wnd	
d	338 121	westl.	westl.	Anzahl der Beobb. an jedem Instrum.		140

Berechnung der absoluten Höhe von Halle über dem Meere, aus den Mittags-Beobachtungen des Monats Februar:

	Barometer	Thermomet.	Höhe
28 Beobb. im ganzen Mon.	338‴,035	+0°,28	11 Fss, 982
geb. d. Mittel = m =	m + 0, 915	m − 1, 66	m − 20,989
dav. sind 5 bei nördl. Wd	m − 2, 519	m − 0, 43	m + 183 696
6 bei östlich. –	m + 2, 255	m + 1, 48	m − 37 256
9 bei südl. –	m − 0, 825	m + 2, 92	m − 38,704
10 bei westl. –			

Abkürzungen: Rg. Regen, Gw. Gewitter, Bl. Blitze, wnd. oder Wd. windig, Abr. Abendroth.

olken,

irrus, doch ſtellt ſich Nchts eine dünne Decke wieder her, die aber
er Volle-Mond Abds 7 Uhr 46′ tritt daher bei Trübung der At-

Am 18. dünne Cirr. Str. früh häufig, ſtehen Mittgs zerſtreut
runde, Abds ſehr einzeln, Spät-Abds aber eine dichte Decke,
ſtark Schnee früh, Cirr. Str. in Maſſen getrennt, Mittgs laſſen
und in W treten Cum. mächtig auf; Abds geringe Cirr. Str. am
adann, bei ſtark Nbl über der Saale und Stratus in S, heiter,
id in der Erdferne. Am 20. Cirrus modifiz. ſich Tags über in
dieſe in eine dichte Decke Abends. Am 21. zu rundlich geſon-
r. früh treten Mittgs Cum., dann tritt an der Wolken Stelle dün-
nd nur oben ſind Nchts Sterne zu ſehen. Am 22. früh bed. Mit-
geſondert hohe Cirr. Str. mit viel heitern Stellen. Darunter
hend, Nchmittgs ſtrk bed. und Abds feiner Schnee. Am 23. Nchts
age ſtark bed. und Abds wenig Regen. Am 24. Nachts ſtark Re-
ttg unterbrochen fortwährt, auf dichter Decke ſchwerer Nimbus
Nacht nur etwas Theilung der Decke. Am 25. groſſe Cirr. Str.
üh ſich übereinander herdrängen, werden dichter, ſchon Mittags
nd bis Nchts fein Schnee, und mit dieſem tritt das letzte Mond-
9 Uhr 45′, ein.

geringe Cirr. Str. die früh in Weſten ſtehen nehmen ſchnell, zu
ag ab herrſcht dicke Decke. Eben ſolche Decke herrſcht am
len 27ſten, nachdem Nachts ſtark Schnee gefallen, der auch von
und Nchmittgs einzeln fällt, wechſelt ſie mit groſſen Cirr. Str. ab.

---

les Monats: Anhaltend zwar, doch mäſſig kalt bei öfters heite-
rarme Sonnenblicke; heitere kalte Nächte, etwas Schnee und für-
am Ende kehrt der Gang des Barometers in die alten Grenzen.
nat gehet die Saale wieder zu.

Taf. V

Fig. 7

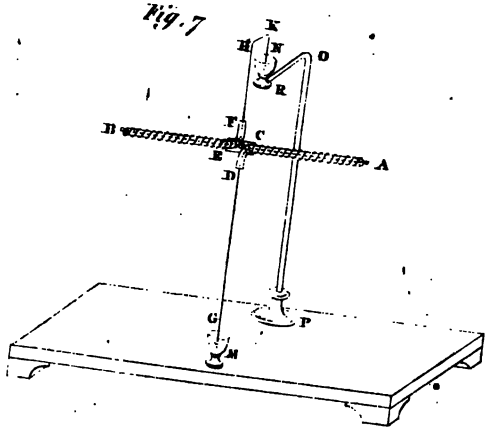


Fig. 8

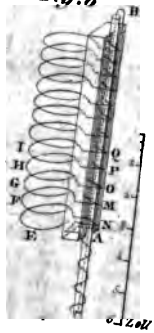
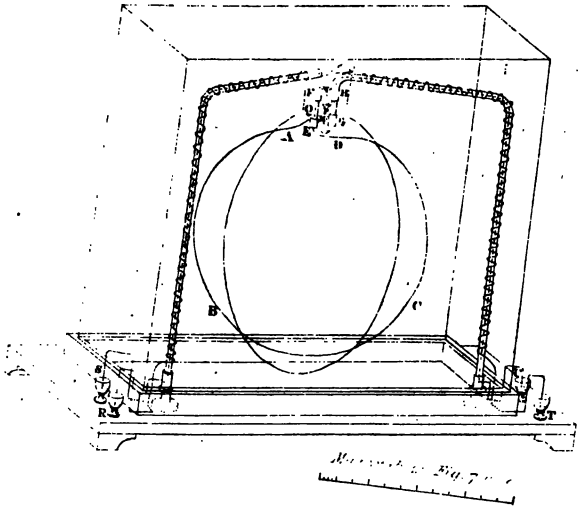
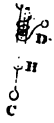


Fig. 9





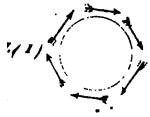
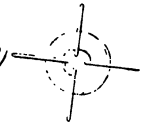


Fig. (2)

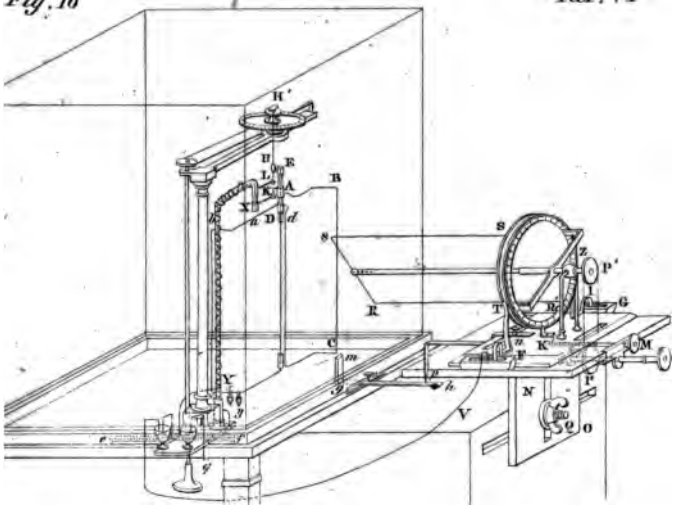
Fig. (3)



Gilb. N. Ann. d. Phys. 37. B. 3 St.

Taf. VI

Fig. 10



.11

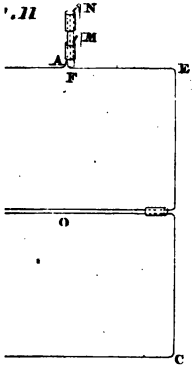
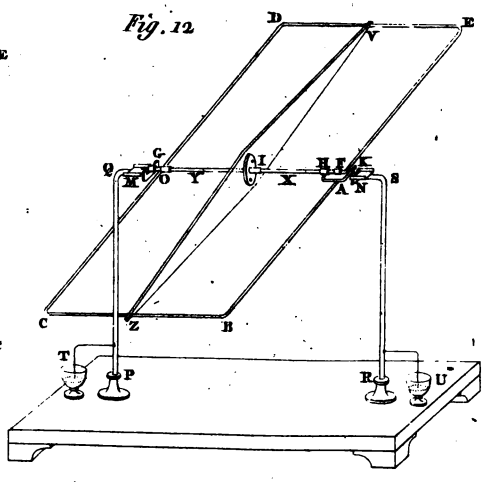


Fig. 12



2 Fuss

Gilb. N. Ann. d. Phys. 37 B. 3 St.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1821, VIERTES STÜCK.

I.

Unterſuchung eines in Kurland, im Dünaburgſchen Kreiſe, am 30 Juni (12 Juli) 1820 herabgefallenen Meteorſteins;

von

THEODOR VON GROTTHUSS.

1. Geſchichtliches.

Folgenden Bericht entlehne ich aus der Allgemeinen Deutſchen Zeitung für Rußland, No. 180 des Jahrgangs 1820, wo er unter der Aufſchrift ſteht: Mitau, d. 25 Juli. (Eingeſandt.)

„Auf dem Gute *Lixna*, welches im Witepskiſchen Gouvernement des Dünaburgſchen Kreiſes liegt, und der Landkämmererin Gräfin von Sieberg gehört, wurde am 30 Juni alten Styls, zwiſchen 5 und 6 Uhr Abends, eine groſse, dem Vollmonde nahe kommende Feuerkugel, in einer ſchnellen Bewegung von Süden nach Norden, geſehen. Sie ſchien mit einem roſenfarbigen Feuer zu brennen, zog eine Flamme, gleich einem kurzen Kometenſchweif, nach ſich, und lieſs ſchlängelnde Wölkchen auf ihrem Wege, welche

ihr etwas langsamer folgten und dann in der Luft zergingen. Nachdem diese Kugel am Himmel einen Bogen von nahe an 100° beschrieben hatte, erlosch sie. In der kurzen Zeit von weniger als einer Minute, die genau beobachtet wurde, erscholl hierauf, von der Gegend her, wo die Kugel verschwunden war, ein Getöse, welches zuerst dreien in kurzen Zeiträumen folgenden Kanonenschüssen von grosem Kaliber, dann vielen Flintenschüssen, und zuletzt einem lange anhaltenden rollenden Donner ähnlich war."

„An demselben Tage und zu gleicher Zeit fiel, nach einem vorhergegangenen, dem eben beschriebenen völlig gleichen Getöse, ein Stein aus der Luft, 24 Werst (3½ d. Meile) von dem Hofe Lixna, auf das Feld des zu diesem Gute Lixna gehörigen Dorfes *Lasdany*, 50 Schritte von zwei Bauern herab, welche im Felde beschäftigt waren und durch diese Erscheinung höchst bestürzt wurden. Vor sechs andern Bauern, die 4 Werste davon Heu am *Kolupschen See* mähten, fiel, ebenfalls mit einem schrecklichen Gezische, ein grosser Körper in das Wasser und spritzte dasselbe mehrere Faden in die Höhe; und auch an einem dritten Orte, 5 Werste in der entgegengesetzten Richtung, sah man etwas aus der Luft in den *Flus Dubna* fallen, welches das Wasser, auf beinahe eine Stunde, ganz trübe machte."

„Der vor den beiden im Felde beschäftigten Bauern niedergefallene Stein, drückte sich 1½ Fuss tief in einen überaus festen und trockenen Lehmboden ein. Er war so heiss, dass die Bauern, als sie von ihrer Bestürzung zu sich gekommen waren und ihn berühren wollten, sich die Hände daran verbrennten, jedoch ohne

anderweitige Beſchädigung. Es war um denſelben ein ſtarker Pulvergeruch verbreitet. Er hatte eine ſchwarze Oberfläche mit Vertiefungen, die wie mit Fingern eingedrückt erſchienen; ſeine Geſtalt glich, als er noch ganz war, einem runden Ambos; und er war mit dem ſpitzen Ende in die Erde gedrungen. Nachdem mehrere Bauern hinzugekommen waren, wurde er aus der Erde herausgezogen, von einem derſelben nach einem nahgelegenen Kruge getragen, und dort zerſchlagen. Das Gewicht deſſelben ſoll ungefähr 40 Pfund betragen haben. Im Bruch zeigt er eine weiſsgraue Oberfläche, welche von einer Menge metalliſcher Schichten in allen Richtungen durchkreuzt iſt.“

„Aus der über alle Umſtände dieſes Phänomens, an Ort und Stelle angeſtellten Unterſuchung, ergiebt ſich folgendes: Die Feuerkugel zeigte ſich denen, die ſie 12 Werſte von Lixna ſahen, als eine groſse, an dem hintern Ende angezündeten Garbe Stroh; denen aber, die ſich am Orte befanden, wo ſie geplatzt iſt, in der Geſtalt einer groſsen durchleuchtenden dunkelgrauen Kugel. Dieſe graue Kugel theilte ſich durch ein gewaltſames Zerberſten nach allen Richtungen in viele Theile, dieſe verbanden ſich aber ſogleich wieder, und nun erſt, nach einem heftigen Schieſsen und Krachen, ergoſſen ſie ſich gleich einem glänzenden herunter gelaſſenen Stück Leinwand, bis auf die Erde. Die Kugel iſt in ihren verſchiedenen Geſtalten, in der nämlichen Richtung, an 7 verſchiedenen Orten, von 11 Menſchen geſehen worden. Den Augenblick des Platzens, und die Umſtände, die es begleiteten, nahmen zwei Zimmerleute zugleich wahr, welche auf dem

2 Werſt weiter als der Ort, wo der Stein herabfiel, gelegenen Gute Warkau eben an der Ausbeſſerung eines Daches arbeiteten, und das Geſicht nach jener Gegend zu gewendet hatten. Der Himmel war in dem Augenblick heiter, kein Wölkchen trübte die Gegend wo die Kugel erſchien und wo ſie zerplatzte. Ein leiſer Südoſtwind wehete unveränderlich vor, während und nach der Erſcheinung. Es iſt zu vermuthen, daſs auſser den drei erwähnten Orten, wo Steine theils wirklich, theils wahrſcheinlich herab kamen, ihrer noch viel mehrere in einem dunkeln groſsen Forſt herunter gefallen ſind, weil dem Anſcheine nach das Zerplatzen über dieſem Walde geſchah, und die Leute, welche damals in dem Walde beſchäftigt waren, ein ſtarkes Brechen von Bäumen und eine Erſchütterung der Erde geſpürt haben wollen, als wenn an vielen Orten höchſt ſchwere Sachen herabgefallen wären. Die Furcht aber, die ſich dieſer Leute bemeiſterte und ſie ohne Beſinnung aus dem Walde trieb, ohne daſs ſie ſich des Orts zu erinnern wiſſen, wo ſie dieſes Brechen gehört haben, hat bis jetzt die Auffindung der Steine unmöglich gemacht. Da der auf das Feld gefallene Stein beim Zerſchlagen unter die Bauern vertheilt wurde, ſo haben nur mit Mühe einige Stücke gerettet werden können; ſie ſind der Wilna'ſchen Univerſität zugeſandt worden, von wo aus man bald eine genaue Analyſe deſſelben erwarten kann.“ *)

*) Dieſe muſterhafte Nachricht wird nämlich Hrn Grafen Plater Sieberg, ehemaligen Vice-Gouverneur von Wilna, zugeſchrieben; ihm verdankt auch Hr. von Grotthuss die Bruchſtücke des Meteorſteins, welche dieſen Aufſatz veranlaſst haben, und von dem Exemplare künftig ſehr ſelten werden dürften. *Gilb.*

„Aus allen dieſen Nachrichten läſst ſich mit Wahrſcheinlichkeit vermuthen: *erſtens* daſs der Stein von der wahrgenommenen Feuerkugel herrührt, und *zweitens* daſs das Getöſe nur durch das Zerplatzen des Steins in der Luft entſtand. Zwei glaubhafte und gebildete Perſonen in Lixna hatten die Eine die Kugel geſehen, die Andere aber dieſes bezweifelt; ſie haben das Geſpräch, welches ſie vom Augenblick des Erſcheinens der Feuerkugel bis zum Ausbruch des Getöſes geführt hatten, ſeitdem mehrmals wiederholt, und aus dieſer Wiederholung geht *drittens* hervor, daſs dieſe Zwiſchenzeit kaum 1 Minute betragen hat. Da nun der Schall eine Entfernung von 22 Werſten kaum in 70 Sekunden durchlaufen kann, ſo muſs die Geſchwindigkeit der Kugel mehr als 22 Werſte in einer Sekunde betragen haben. Aus der ſcheinbaren Höhe, in der die Zimmerleute die Kugel platzen ſahen, und der Entfernung ihres Standpunkts von dem mittlern Orte zwiſchen den gefallenen Steinen, kann *viertens* vermuthet werden, daſs dieſes Zerplatzen in einer Höhe von ungefähr 2 Werſten geſchehen ſey. Endlich muſs *fünftens* aus den Veränderungen im Glanze der Kugel, die wahrgenommen worden ſind, aus dem Zerſpringen und wieder erfolgten Zuſammenziehen der grauen Theile derſelben, aus der nicht mehr ſengenden Hitze des eben heruntergefallenen Steines, und aus dem Schwefelgeruch, den er Anfangs um ſich her verbreitete, vermuthet werden, daſs die Kugel wirklich brannte, dann theilweiſe erloſch, und daſs ihre erkalteten flüchtigen Theile um ihren Kern eine Atmoſphäre bildeten, indem ſie erſt auseinander geriſſen, dann aber durch die Elaſticität der Luft wieder zu-

rückgepreſst wurden. Wie ſie ſich aber entzündet habe und von wo ſie herrühre, darüber werden wohl lange die Vermuthungen zweifelhaft bleiben.“ — So weit der Bericht in der Petersburger Zeitung.

Ich will demſelben nur folgendes beifügen. Aus der Zeit, die zwiſchen dem ſichtbaren Zerplatzen der Feuerkugel und dem Ausbruch des Getöſes verfloſs, läſst ſich, meines Erachtens, nur die *Entfernung* des zerplatzten Meteors von Lixna, keineswegs aber die *Geſchwindigkeit* der Bewegung der Feuerkugel berechnen. Dieſe Entfernung muſs nämlich 1040 × 60 = 42400 par. Fuſs betragen haben, und der Forſt, über welchem ſich das Meteor beim Zerplatzen (ſenkrecht) befunden haben ſoll, müſste demnach (vorausgeſetzt daſs er in einer horizontalen oder doch dieſer nahe kommenden Ebene mit Lixna liege) *weniger* als 62400 par. Fuſs von Lixna entfernt ſeyn. Da ich keine Localkenntniſs von der Gegend habe, wo ſich das Phänomen ereignet hat, ſo kann ich weiter nicht darüber mit Gewiſsheit urtheilen; ſo viel aber ſcheint mir unzweifelhaft, daſs den Berechnungen des Verfaſſers vorſtehender Geſchichts-Erzählung, wenigſtens in Betreff der Angabe der Geſchwindigkeit der Feuerkugel, ein kleiner Irrthum zum Grunde liegt. — Der hypothetiſchen Anſicht des Verfaſſers will ich hier nun zuvörderſt die meinige nachfolgen laſſen.

2. Aphorismen den Steinregen im Allgemeinen betreffend.

Es iſt nicht meine Abſicht, die verſchiedenen Hypotheſen über den Urſprung der Meteorſteine weitläufig zu erörtern, ſondern nur einige Ideen aphoriſtiſch

anzugeben, die wenigſtens zur Erklärung eines *Theils* des wunderbaren Phänomens dienen können, und die ich aus anerkannten *Thatſachen* folgere.

1. Die erdigen Meteorſteine können während ihres Durchzuges durch unſere Erd-Atmoſphäre, ſich weder in einem weichen, noch in einem geſchmolzenen oder flüſſigen, und noch viel weniger in einem elaſtiſch-flüſſigen Zuſtande befunden haben, ſondern müſſen in ihr offenbar dieſelbe *concrete* Form gehabt haben, in welcher wir ſie gleich nach dem Niederfall antreffen. Dieſes wird nicht nur durch ihr ſichtbar *heterogenes* Gefüge, wodurch das Ganze als *Conglomerat* erſcheint, bewieſen, ſondern auch dadurch, daſs ſie in einer mäſsig ſtarken Hitze, (nach Moſer die Steine von Stannern bei 18° Wedgw. Gilb. Annal. XXIX, 313), eine *homogene Schmelzung* in ihrer Maſſe erleiden, derjenigen gleich, welche die natürliche *Rinde* dieſer Steine bemerken läſst. Nur die eigentlichen Gediegen-Eiſenmaſſen, z. B. die Pallas'ſche, ſcheinen, (wahrſcheinlich in der letzten Periode ihres Niederfalls durch allmählig geſteigerte Hitze), im geſchmolzenen, *halbflüſſigen* Zuſtande auf der Erdoberfläche angekommen zu ſeyn.

2. Die erdigen Meteorſteine müſſen *nur* an ihrer *äuſseren Oberfläche* eine Hitze bis zum *Schmelzen*, und zwar nur *kurze Zeit* erlitten haben, im Inneren aber nicht, wie es die *nicht tief* eingedrungene, geſchmolzene, ſchwarze *Rinde* offenbar zeigt. Dieſe Rinde kann demnach ſehr wohl durch Reibung und Erhitzung des Steins an der Luft, vermöge der auſserordentlich ſchnellen Bewegung deſſelben innerhalb der wiederſtehenden Atmoſphäre, entſtanden ſeyn.

3. Die Lichterſcheinung und das Getöſe, welche die Feuerkugeln begleiten, können *nicht einzig und allein* von dem Verbrennen der in der Maſſe enthaltenen brennbaren Theile, (des Schwefels, Eiſens, etc.?) ſondern müſſen zum Theil von dem *glühenden* Zuſtande des Steins, hauptſächlich aber von der auſserordentlich gewaltſamen und ſchnellen *Compreſſion der atmoſphäriſchen Luft* herrühren; denn es iſt nicht wahrſcheinlich, daſs man bei *hellem Sonnenſchein* das *Licht* des brennenden Schwefels *in ſolcher Entfernung* gewahr werden könnte, in welcher man die Feuerkugeln ſieht, und es iſt eine Thatſache, daſs ſchnell *comprimirte Luft leuchtet*, auch daſs dieſe Compreſſion ein *Getöſe* in der Atmoſphäre verurſacht, wenn die Luft dabei *nicht* eingeſchloſſen iſt.

4. Das nach den Haupt-Exploſionen gewöhnlich nachfolgende ſchwächere *Rollen*, rührt wahrſcheinlich her von dem *Nachdringen der Luft in den leeren Raum*, den die Feuerkugel in ihrer Bahn auf einen Augenblick zurückliefs; und da die Feuerkugel eine ungleich ſchnellere Bewegung als der Schall hat, ſo kann letzterer nur erſt weit *ſpäter* allmählig *nachfolgen*. In einigen Fällen lieſse ſich daraus vielleicht die *Geſchwindigkeit* der Feuerkugel im Vergleich mit der des Schalls beſtimmen.

5. Das *Zerplatzen* der Feuerkugeln, aus welchen Steine fallen, iſt wahrſcheinlich nichts anderes als ein *Zerſchellen* der concreten, erhitzten, mit beſchleunigter Bewegung in der Atmoſphäre ſinkenden Maſſe, an der (durch die ungeheure Geſchwindigkeit) *auſserordentlich comprimirten atmoſphäriſchen Luft*. Es ſcheint mir nämlich nicht unmöglich, daſs bei ei-

ner immer beschleunigten Bewegung eines festen Körpers, in einem widerstehenden elastischen Mittel, die *Verdichtung* und der *Widerstand* desselben *plötzlich* so sehr anwachsen kann, dass die Bewegung des ersteren, sey es auch nur auf einen Augenblick, *völlig gehemmt* und der Körper *auf einen Augenblick schwebend* erhalten werde. Ist nun die *Cohärenz* der glühenden Steinmasse nicht gross genug um den *Gegenstoss* auszuhalten, (und dazu gehörte wahrlich ein sehr hoher Grad), so muss sie *zerspringen*. Die Luft, die nunmehr die zersprungenen glühenden Theile überall umgiebt, veranlasst die Verbrennung des Schwefels an der ohnehin glühenden *Oberfläche* der zersprungenen Theile; dadurch wird daselbst die Hitze vermehrt, und es kann auf *jedem einzelnen zersprungenen Theil eine Rinde gebildet werden;* welches mit der Erfahrung übereinstimmt.

Hierher gehört auch die Erfahrung Robin's, dass eine Kanonenkugel, die mit einer grösseren Geschwindigkeit als 1200 Fuss in der Sekunde abgeschossen wird, *wenig Vortheil* gewährt, indem der grössere Widerstand der Luft diesen Ueberschuss schnell *vernichtet* (m. s. Neue Grundsätze der Artillerie aus dem Franz. von L. Euler). Es lässt sich daher wohl denken, dass wenn man es völlig in seiner Gewalt hätte, Kugeln mit *jeder* beliebigen Geschwindigkeit abzuschiessen, man endlich eine finden müsste, bei der die Atmosphäre einen solchen Widerstand leistete, dass erstere im Entstehen dadurch vernichtet würde; und dann müsste die Kugel, wenn anders die Kanone nicht platzte, entweder vor der Mündung niederfallen, oder auch sich aus dem Laufe gar nicht

herausbewegen. Wir kennen zwar das Geſetz des Widerſtandes der Luft nicht; ſo viel aber wiſſen wir, daſs er mit der Geſchwindigkeit *auſserordentlich ſchnell* ſteigt. Man denke ſich nun welchen Widerſtand die Atmoſphäre gegen eine Feuerkugel ausüben müſſe, deren Geſchwindigkeit oft *zwei Millionen* Fuſs in der Sekunde beträgt!

6. Es iſt nothwendig, *verſchiedene Arten* von Feuerkugeln, eben ſo wie verſchiedene Arten von Sternſchnuppen zu unterſcheiden; denn nicht alle Feuerkugeln zerplatzen mit einem Knalle, und nicht aus allen fallen Steine nieder. — Was die *Sternſchnuppen* anlangt, ſo habe ich ſelbſt, noch auſser den bekannten teleſkopiſchen, zwei von dieſen ſehr verſchiedene Arten in Italien im Jahre 1805 wahrgenommen. Die *eine Art* habe ich in einem Sommer zwei Mal, in der ſpäten Abenddämmerung, auf der Terraſſe *Trinità del monte* in Rom, beobachtet. Ich möchte ſie die *nahen* nennen; denn ich gewahrte ſie nur in einer Höhe von ungefähr 30 Fuſs, und ſahe ſie ſich ſchnell, faſt *ſenkrecht*, gegen die Erde bewegen, etwa 10 bis 15 Fuſs von mir, und ungefähr 6 oder 8 Fuſs von der Erdoberfläche erlöſchen. Ihr Licht war äuſserſt ſchwach und konnte nur bei einiger Aufmerkſamkeit wahrgenommen werden. Es fiel dabei nichts Sichtbares oder materielles nieder, und dieſe Sternſchnuppe ſchien blos ein äuſserſt ſubtiler leuchtender *Dunſt*, oder ein Niederſteigen eines ſchwachen *electriſchen Lichtes* zu ſeyn. Die *andere Art* könnte man die *feurigen Sternſchnuppen* nennen. Ich glaube eine ſolche in einer dunkeln Nacht in Neapel auf einem freien Platze geſehen zu haben. Sie erſchien mir in der Höhe eines Pa-

laſtes als ein *leuchtender* und *rauchender* Punkt, der ſich ſchnell ſenkrecht herab bewegte, und ungefähr 20 Fuſs hoch von der Erde erloſch. Wahrſcheinlich fiel mit dieſer letzteren eine *Maſſe* nieder; ich konnte aber den folgenden Morgen nichts dergleichen daſelbſt finden. Noch merke ich an, daſs man auf der Terraſſe Trinità del Monte häufig des Abends die *Lampyris italica* herumfliegen ſieht; ich habe aber das Licht der eben erwähnten nahen Sternſchnuppen ſehr wohl von dem lebhaften Leuchten dieſes Inſekts unterſchieden.

7. Wenn wirklich die Meteorſteine aus Vulkanen des Mondes herausgeſchleudert werden, ſo müſſen dieſe Mond-Vulkane eine ganz *beſondere* Beſchaffenheit haben. Denn es würden Meteorſteine in der flieſsenden Lava eines Erd-Vulkans, geſchweige denn im Crater deſſelben, in wenig Minuten zu einer *homogenen* Maſſe oder zu einer *glasartigen* Paſte zuſammen ſchmelzen (m. ſ. Möſer in Gilb. Ann. XXIX, 313).

Bei dieſer Gelegenheit merke ich noch an, daſs ſich in des vor ein paar Jahrhunderten lebenden Alchemiſten Libavius Werk, betitelt „*Singularia*“ über den im J. 1581 in *Thüringen* herabgefallenen Meteorſtein folgende merkwürdige Stelle findet (L. 1 p. 272): „*An. 1581 in Thuringia, interdiu, ab hora pri-*
„*ma pomeridiana, Lapis pondo 39 decidit, oblon-*
„*gus, durus, lapidis attritu flammam emit-*
„*tens, in coeruleo purpureus, fervens adeo, ut at-*
„*trectari non poſſet. Delapſus autem eſt cum ful-*
„*mine, ſicut alii fulminei.*“ Demnach könnte man vermuthen, daſs dieſer Thüringiſche Meteorſtein, ſelbſt noch nach der Ankuft auf unſerer Erde, *Kieſelerden-Metall* und *Talkerden-Metall* etc. ent-

halten habe, und dafs dieſe Metalle, beim Reiben entblöſst und durch den Zutritt des Sauerſtoffs der Atmoſphäre in Brand geſetzt worden ſeyn *). Man könnte analogiſch weiter ſchlieſsen, dafs alle Meteorſteine, ehe ſie in unſere Atmoſphäre hinein gerathen, nicht Erden, ſondern *Erden-Metalle*, in Verbindung mit Eiſen, Nickel und Schwefel enthalten.

Doch ich verweile ſchon zu lange in dem finſtern Reiche der Hypotheſen. Ich verlaſſe ſie, um zu dem, wobei ſich etwas *erweiſen* läſst, überzugehen; zur Unterſuchung, nämlich, des *meteoriſchen Leichnams*, deſſen Beſtattung zur Erde mit einer glänzenden Illumination und einer furchtbaren Artillerieſalve aus höheren Regionen, von der Natur ſelbſt gefeiert wurde.

3. Aeuſsere Beſchaffenheit und phyſikaliſche Merkmale des Dünaburg'ſchen Meteorſteins.

Da die Meteorſteine im Haupt-Charakter ſehr mit einander übereinkommen und ſchon ſo oft beſchrieben worden ſind, ſo will ich mich bei der äuſsern Beſchaffenheit des Dünaburger hier nicht lange aufhalten; um ſo weniger, da man ihn auf Kupfertafel VII ſehr gut und getreu abgebildet ſieht. Auf dem Bruch hat er im Ganzen das bekannte erdige licht-aſchgraue

*) Binhard's Thüringiſche Chronik meldet von dieſem Meteorſtein: „Er hat in die Länge 2½, in die Dicke unten 4½, oben 4 *Viertel einer Elle* gehabt; *gab Feuer, wie Stahl von ſich, wenn man daran ſchlug.*“ Wie ſtimmt aber eine Länge von mehr als 1, und eine Dicke von mehr als 2 Fuſs mit einem Gewichte von nur 39 Pfund? Chladni, über Feuer-Meteore S. 218, hat dieſen Widerſpruch überſehen. Ohne Zweifel ſind Längen- u. *Dicken-Umfang* gemeint, für die das Gewicht genau zutrifft. *G.*

Anſehen, wie es die Abbildung in der Bruchfläche *abf* zeigt, kann aber auch durch häufige metalliſche *eiſen-* oder *ſtahl-farbene Schichten* die er enthält auf dem Bruch völlig *metalliſch* erſcheinen, wie in der Fläche *abcd* der Abbildung. Unter der Loupe erkennt man den *Milchquarz-ähnlichen weiſſen*, den *eiſen-ſchwarzen* oder *grauen* Theil, ferner die kleinen *metalliſchen* faſt *zinnweiſſen*, zum Theil Tombak-farbenen Körnchen, und endlich auch noch höchſt kleine ſparſam erſcheinende *ſchwarze* Pünktchen in der erdigen Maſſe eingeſprengt.

Härte. Aus der erdigen Steinmaſſe läſst ſich, wenn ſie mit dem Stahl geſchlagen wird, nur an gewiſſen Stellen und mit Mühe hie und da ein Fünkchen entlocken. Gewiſſe, doch nur wenige, Stellen ritzen Glas.

Cohärenz. Mäſsig ſtarke Hammerſchläge zertrümmern die Maſſe.

Abſonderung. Die mit dem Hammer ausgelöſten Stücke trennen ſich mehrentheils von der Maſſe nach dem Laufe der Metallſchichten, und zeigen meiſt eine *vierſeitige* prismatiſche oder pyramidale Form, oder doch wenigſtens eine Tendenz zu dieſer.

Metalliſche Schichten. Sie durchſetzen die ganze Maſſe häufig, meiſt in zwei Haupt-Richtungen, die einander unter Winkeln von ungefähr 80° ſchneiden, und durch ſie wird dieſer Dünaburg'ſche Meteorſtein vor vielen, ja vielleicht vor allen andern ausgezeichnet. Sie ſind nur ¼ bis ¾ Linien dick, bilden aber oft eine *völlig zuſammenhängende, mehrere Quadratzoll einnehmende, vollkommen metalliſch-glänzende Oberfläche.* Man ſieht eine ſolche metalliſche Schicht in *abcd* auf Taf. IV im natürlichen Zuſtande abgebil-

det, in welchem sie an einigen Stellen mehr, an andern weniger Metallglanz zeigt; wird sie mit der Feile gestrichen, so erscheint diese *ganze* Schicht *abcd durchweg* metallisch. Diese Schichten scheinen eine blätterförmige Textur zu haben, und gleichen dem Stahl; lassen sich aber nicht in Blättchen von der erdigen Masse trennen, weil das Metallgemisch spröde und hart ist, auch nur von einer guten Feile angegriffen wird. Sie zeigen auf den Stellen, wo sie gefeilt werden, eine *hellere* in das *Zinnweisse* sich verlaufende Farbe und vollkommenen Metallglanz. Die abgefeilten, auf Geschmeidigkeit deutenden Metallspähne werden sämmtlich vom Magnet angezogen, und bei der chemischen Untersuchung findet man leicht den *Nikkel*- und *Schwefel*-Gehalt. Der Hauptbestandtheil ist *Eisen*, und da diese Schichten dem Auge eine vollkommen *homogene*, *gleichfarbige* Metallfläche darbieten, die auf jeder beliebigen Stelle, wo man sie mit einem Tropfen Salzsäure benetzt, sogleich *Schwefel-Wasserstoff* aushaucht, so kann man diese metallische Substanz durchaus nicht blos für nickelhaltiges Eisen ansehen, sondern man muss sie für eine *homogene dreifache* Verbindung, d. h. für *Schwefel-Nickel-Eisen* erkennen.

Rinde. Die Rinde ist schwarz, rauh, oder chagrinartig, wie man sie in der Abbildung in *cde* sieht. Sie giebt mit Salzsäure viel Schwefel-Wasserstoffgas und scheint hauptsächlich aus *Schwefel-Eisen* zu bestehen. Sie lässt sich *künstlich*, mittelst eines Brennspiegels, aus Theilen aus dem Innern der Steinmasse nachbilden. Wenn man nachher die künstlich gebildete *Rinde* mit einiger Gewalt ablöst, so findet man die *un-*

mittelbar darunter liegenden Theile eben *so aschfarben*, wie es der Fall bei denjenigen Theilen der Masse ist, die unter der *natürlichen* Rinde liegen. Nur die den Brennpunkt *umgebende* Masse wird durch die sauren Schwefeldämpfe, beim Zutritt der atmosphärischen Luft, *rothbraun* gefärbt, indem sich das darin enthaltene Eisen oxidirt. (Man vergl. Chladni in Schweig. Journ. XXVI, und Prof. Scherer in Wien in Gilb. Ann. XXXI.)

Specifisches Gewicht. Bei dem gewöhnlichen atmosphärischen Druck und einer Temperatur von 10° R. fand ich es = 3,456 . . .

Magnetismus. Auf eine frei schwebende Magnetnadel wirken die ganze Stemmasse, besonders aber die metallischen Schichten, so stark, dass man keinen Unterschied bemerken kann, man mag der Nadel verarbeitetes Eisen (z. B. ein Rund Schlüssel), oder eine ungefähr gleich grosse Masse des Steins nähern. Polarität vermochte ich anfangs an den *Stücken* durchaus nicht wahrzunehmen. Den Stein im unversehrten Zustande, ehe er zerschlagen wurde, habe ich nicht gesehen, und also auch nicht prüfen können. Jetzt aber haben die Stücke, die ich besitze, sogar *zwei* magnetische Achsen oder vier Pole, von welchen erstere sich innerhalb kreuzen. Dieses erfolgte nämlich, als ich sie in zwei verschiedenen Dimensionen (Länge und Breite) mit den Polen eines starken künstlichen Magnets in Berührung gebracht hatte. Sie würden ohne Zweifel auch noch eine dritte Achse, in der Höhendimension, anzunehmen fähig seyn, wenn sie hinreichend hoch wären, oder wenn man aus gröseren Stükken einen Würfel schneiden lassen wollte. Stücke von

Erbſen- und ſelbſt Bohnen-Gröſse werden von einem guten Magnet an gewiſſen Stellen frei gehoben.

Electricität. Der Stein iſt ein ziemlich guter Leiter, ſo daſs man aus einem geladenen Conductor-Funken damit ziehen kann.

Phosphoreſcenz. Eben deshalb wird er auch nicht durch electriſche Funken ſelbſtleuchtend, wie dieſes der Fall mit vielen Mineralien iſt, die weniger gut leiten. Auch durch Beſtrahlung erhält er keine wahrnehmbare Phoſphoreſcenz, und ſelbſt durchs Reiben mit harten Körpern iſt nichts davon bemerkbar.

Hitze. Das zerriebene Pulver des Minerals, auf ein dunkeles heiſses Eiſen geworfen, verbreitet einen bläulichen phoſphoriſchen Schein in der Dunkelheit, welches ohne Zweifel dem Verbrennen des *Schwefels* zuzuſchreiben iſt, wie es auch der, obwohl ſchwache, Geruch offenbart. Wird ein kleines Stückchen der inneren aſchfarbenen Steinmaſſe dem (mittelſt eines Brennſpiegels) concentrirten Sonnenlicht ausgeſetzt, ſo ſteigt alsbald ein ſichtbarer Schwefeldampf auf, der durch den Geruch kenntlich wird; zugleich ſieht man an der Querfläche eine *geſchmolzene, ſchwarze, metalliſch-glänzende, deutlich aufwallende Schlacke* entſtehen, die nach dem Erkalten eine der natürlichen ganz *ähnliche Rinde* bildet. Die dieſe Rinde *umgebenden Theile* werden, durch Einwirkung der entwickelten ſchweflig-ſauren Dämpfe und der Atmoſphäre, *rothbraun*, indem das in ihnen enthaltene Eiſen ſich oxidirt. Dieſe Erfahrung beweiſt offenbar, daſs das Mineral vorher *nie* eine dieſer gleichkommende Hitze ertragen hat, weil ſonſt die ſchmelzbaren Theile (hauptſächlich Schwefel-Eiſen) unfehlbar, entweder

ganz heraus, oder doch zu einer *zusammenhängenden* Masse zusammen geschmolzen wären. Wohl aber hat die äussere *Oberfläche* diesen Hitzgrad (der den des schmelzenden Glases wenig übersteigt) auf einen Augenblick ausgehalten, (man sehe die hypothetischen Aphorismen No. 2.), und dadurch die Bildung der Rinde veranlasst.

4. Chemische Prüfung der vom Magnet ausgezogenen Metalltheile.

Aus der erst auf einer Stahlunterlage zerstossenen, dann im achatenen Mörser zu Staub gepulverten Steinmasse, zog ein starker Magnet $\frac{1}{4}$ des ganzen Gewichts aus. Dem Ausgezogenen hingen erdige Theile an; da aber, wo das Metallische stellenweise durchblickte, zeigte sich unter der Loupe dieselbe Metallfarbe wie auf den angefeilten Metall-Schichten. Auch das chemische Verhalten dieser magnetischen Theile ist demjenigen völlig gleich, welches die von den Schichten abgefeilten Metallspähne zeigen. Dieses bestärkt mich in der Meinung, dass in den *erdigen* Meteorolithen *nicht* Nickel-Eisen und Schwefel-Eisen, jedes einzeln im *abgesonderten* Zustande vorkömmt, sondern dass sie beide zu einem *homogenen* Ganzen vereinigt sind, oder dass alle drei Stoffe *eine* homogene Verbindung mit einander bilden. Dieses ist wenigstens *sicher* der Fall in Betreff der Metallmasse, aus welcher die *Schichten* unseres Aërolithen gebildet sind.

Bei dem Behandeln der ausgezogenen magnetischen Theile mit *Schwefelsäure* entsteht ein Aufbrausen, eine Entwickelung von Salpetergas, und eine *gelbgrüne* Auflösung. Wird diese in einem Uhrglase

verdampft, dann der Rückſtand mit Ammoniak *digerirt* und *filtrirt*, ſo erhält man eine etwas ins *bläuliche* fallende klare Flüſſigkeit, die mit Eiſen-blauſaurem Kali ein *weiſses*, mit Schwefel-Waſſerſtoff-Ammoniak ein ſehr *dunkeles* Präcipitat erzeugt, welches den *Nickel-Gehalt* unzweifelhaft macht. Ein vergleichender Verſuch mit Etwas von der Pallas'ſchen Gediegen-Eiſen-Maſſe angeſtellt, lieferte genau daſſelbe Reſultat; nur hatte die Auflöſung dieſer letzteren Subſtanz eine mehr grüne Farbe, und das Präcipitat von Schwefel-Nickel war beträchtlicher, welches auf einen gröſseren Nickelgehalt deutet.

Mit *Salzſäure* liefern die magnetiſchen Metalltheile, beſonders in der Wärme, viel Waſſerſtoffgas mit *Schwefel-Waſſerſtoff* gemengt. Die Farbe der Auflöſung iſt ſchwach *grünlich*. Sie enthält eine bedeutende Menge *Eiſen* und ein wenig Nickel aufgelöſt, wie Reagentien erweiſen.

Dieſes reicht hin um zu erweiſen, daſs die aus dem Steinpulver mittelſt des Magnets ausgezogenen Metalltheile zum Haupt-Beſtandtheil *Eiſen*, etwas *Nickel* und *Schwefel* haben, wahrſcheinlich innig mit einander *gemiſcht*, wie in den metalliſchen *Schichten*.

Demnach ſcheint ſich das Nickel-haltige Eiſen der Meteorſteine von dem Nickel-haltigen Eiſen der eigentlichen meteoriſchen Gediegen-Eiſen-Maſſen zu *unterſcheiden*. Denn letzteres enthält *keinen* Schwefel. Das Pallas'ſche Gediegen-Eiſen giebt z. B. mit Salzſäure keinen Schwefel-Waſſerſtoff-Geruch. Zwar will Laugier Schwefel darin gefunden haben; dies gilt aber gewiſs nur von *gewiſſen Stellen* der Maſſe, *wie denn* auch von Schreiber's ein paar höchſt

kleine Schwefel-Eisen-Körner daraus gelöst hat. Im Ganzen aber ist sie *schwefelfrei*, und das Stück, das ich davon besitze, giebt an keiner Stelle, mit Salzsäure behandelt, Schwefel-Wasserstoff. Auch Klaproth fand darin *keinen* Schwefel (s. dess. Beiträge B. VI, 301).

Andere Chemiker, z. B. Klaproth, haben über diesen Gegenstand anders geurtheilt. Dem ungeachtet läfst sich meine Ansicht aus Klaproth's eigenen Beobachtungen vertheidigen; denn alle Metalltheile, die dieser Chemiker aus Meteor*steinen* mechanisch oder physikalisch, z. B. mittelst des Magnets, abschied, lieferten ihm mit Salzsäure *Schwefel-Wasserstoff* (dess. Beiträge V, 248 und VI, 295). Klaproth leitete dieses von anhängenden Kiestheilen ab. Da aber der Magnetkies eine gelbliche Farbe hat, und dagegen die aus unserem Aërolithen abgesonderten Metalltheile eine zinnweifse Farbe besitzen, ganz wie die metallischen die Masse durchsetzenden Schichten, da ferner diese Schichten vollkommen homogen dem Auge erscheinen und auf jeder beliebigen Stelle, mit Salzsäure benetzt, Schwefel-Wasserstoff ausstofsen, eben so wie die durch den Magnet abgeschiedenen Theile, so glaube ich mit gröfserem Recht annehmen zu dürfen, dafs die Nickel-haltige Eisen-Verbindung *auch noch Schwefel* enthält. Und dann kömmt ihr, im strengen Sinne, das Prädicat „Gediegen" *nicht* zu, obgleich der Schwefel sich in einem äufserst geringen Verhältnifs darin befindet. Wollte man dagegen einwenden, dafs es der Kunst bisher nicht gelungen sey, eine solche so wenig Schwefel enthaltende Verbindung hervorzubringen, so läfst sich darauf erwiedern: dafs die

Kunſt der Natur oft — ja leider nur gar zu oft — nachſtehet, und daſs erſtere nicht immer zu leiſten vermag, was letztere geleiſtet hat und noch leiſtet. Uebrigens iſt gar wohl noch erſt zu unterſuchen, ob eine ſolche *dreifache* Verbindung mit Einſchluſs des *Nikkels* nicht künſtlich darſtellbar iſt, zumal es mehrere (nicht blos zwei) Schwefel-Eiſen-Verbindungen giebt (ſ. Thenard traité de chimie t. I p. 376 première edit.)

5. Analyſe des Dünaburg'ſchen Meteorſteins.

Um etwanige Miſsverſtändniſſe zu vermeiden, erinnere ich gleich anfänglich, daſs das zu dieſer Analyſe verwendete Steinpulver *weder* mit dem Magnet, *noch* mit Reagentien *vorher* behandelt worden war.

a) Einhundert Gran der im achatenen Mörſer zu Staub zerriebenen Steinmaſſe wurden in einem kleinen Kolben mit einer *hinreichenden* Menge Salzſäure übergoſſen. Der Kolben wurde mit Stöpſel und Gas-Leitungs-Röhre verſehen, und letztere in ein gläſernes Becken geleitet, das mit einer ſtark ammoniakaliſchen Silber-Salpeter-Auflöſung gröſstentheils gefüllt war *). Ueber dem Ende der Röhre befand ſich eine mit derſelben Flüſſigkeit gefüllte und darin umgeſtülpte graduirte Glasglocke. Von Zeit zu Zeit wurde der Kolben, mittelſt einer Spiritus-Lampe erhitzt bis zum Sieden der Salzſäure. Auf dieſe Art ſammelte ſich, *innerhalb zwei Tagen*, aller *Waſſerſtoff* als Gas in der

*) Dieſe Flüſſigkeit iſt, wie ich im XVIII Bde von Schweigger's Journ. gezeigt habe, ein höchſt empfindliches Reagens auf *Schwefel*-Waſſerſtoff. v. Gr.

Glocke, während der sich mit entbindende *Schwefel-Wasserstoff* an das *im Ueberschuss* vorhandene Ammonium, und von diesem an das Silberoxyd trat, und damit *Schwefel-Silber* bildete, welches letztere als schwarzes Präcipitat auf dem Boden des Beckens sich ansammelte. Nachdem sich nun, selbst in der Siedhitze, kein Gas mehr entwickeln wollte, wurde der Apparat aus einander genommen, das erhaltene Schwefel-Silber gewaschen, getrocknet und gewogen, und der Raum-Umfang des Gas, welches beim Verbrennen sich als reines Wasserstoffgas zeigte, auf einen Druck von 28″ Barometstand und 12° R. Temperatur zurückgeführt. Er betrug 29,3 Brandbrg. Ddz. Cubik-Zoll, und das Gewicht des Schwefel-Silbers war 26 Gran (N. Med. C.) welche ein Aequivalent von 8,7 Cub. Zoll Schwefel-Wasserstoff, und diese ein Aequiv. von 3,5 Gran *Schwefel* sind. Mithin betrug die Gesammt-Menge Gas 29,3 + 8,7 = 38 Cub. Zoll; und diese sind ein Aequivalent von = 26 Gran *Eisen metall*, enthalten in 100 Gran der Steinmasse. Wenn also im Verlauf der Analyse mehr als 0,26 Eisen gefunden werden sollte, so ist der Ueberschuss als *Eisenoxydul* zu betrachten; denn Eisen*oxyd* kommt in den eben erst gefallenen Meteorolithen nicht vor *).

*) Alles in dieser Operation erhaltene Gas kann füglich auf Rechnung des Eisen-Metalls *allein* gesetzt werden; denn das *Chrom* wird von der Salzsäure *nicht*, und nach Richter auch nicht das *Nickel* davon angegriffen. Jedoch scheint die Salzsäure, wenigstens wenn Eisen mit im Spiel ist, auch auf das *Nickel* zu wirken; allein die Wirkung ist unbedeutend und kann um so eher unberechnet bleiben, da es sehr schwer hält die Gasentbindung vollkommen abzuwarten und zu been-

b) Die erhaltene salzsaure Auflösung, die anfänglich nur eine höchst schwache hell *apfelgrüne* Farbe hatte, später aber an der Luft sich in gelbgrün veränderte, wurde klar abgegossen und in einem Fläschchen bei Seite gestellt. Das nicht aufgelöste, zum Theil sehr aufgequollene, heller gewordene Steinpulver, wusch ich ein paar Mal aus, goss die Ausüsswasser zu der sauren Auflösung, und trocknete das Pulver auf einem Filter sorgfältig. In diesem Zustande wog es nur noch 61 Gran und hatte mithin 0,39 seines ursprünglichen Gewichts an die Salzsäure etc. abgetreten. Diese 61 Gran wurden im Silber-Tiegel mit so viel concentrirter kaustischer Kali-Lauge eingedickt, dass das in ihr enthaltene trockene Kali das Doppelte des Steinpulvers (= 122 Gran) betrug, dann allmälig erhitzt, und die eingetrocknete Masse in Rothglüh-Hitze geschmolzen und darin eine Stunde erhalten. Als der Tiegel aus dem Feuer und der Deckel abgenommen wurde, war darin eine *hell-Grasgrün* aussehende, geschmolzene Masse, die in Wasser zerrührt, diesem anfangs *dieselbe Farbe*, jedoch nur auf einige Sekunden ertheilte, aber dann schnell in *grünlich-gelb* und *gold-gelb* überging, welche letztere Farbe die Flüssigkeit behielt. Das möglichst klar Abgegossene, wozu denn auch noch das nachfolgende Ausüss-Wasser (von dem im Tiegel Zurückbleibenden) kam, liess beim Einengen durch Hitze einige *bräunliche* Flocken von *Mangan*-

digen. Das *Mangan* kömmt vollends gar nicht in Betracht, weil nur eine *Spur* davon in diesem Aërolithen vorhanden ist, und überhaupt auch, weil es schwerlich je anders als im *oxydirten* Zustande in Mineralien vorkömmt. *v. Gr.*

oxyd fallen, die aber wegen zu geringer Menge nicht gesammelt werden konnten. Die *grüne* dem Wasser mitgetheilte Farbe, und die schnelle Veränderung derselben läst übrigens *keinen Zweifel* an der Gegenwart einer Spur *Mangans*. Die *gold-gelbe* Farbe deutet auf *Chrom*.

c) Die eingeengte goldgelbe Flüssigkeit, vorsichtig mit Salpetersäure *neutralisirt*, gerann wie Gallert, (wegen der sich ausscheidenden Kieselerde und etwas Alaunerde). Sie wurde bis zur Trockenheit in mäsiger Wärme verdunstet, und der Pomeranzen-farbene Rest, mit Wasser ausgelaugt, wobei er wieder eine schön goldfarbene Auflösung lieferte, die von dem mit etwas Eisenoxyd vermengten erdigen Rückstand getrennt wurde. Diesen Rückstand fügte ich zu der noch im Silber-Tiegel verbliebenen alkalischen Masse hinzu, welche sich beim Auslaugen nicht im Wasser aufgelöst hatte; die erhaltene goldfarbene Flüssigkeit aber, welche chromsaures Kali enthielt, vermischte ich in einem Uhrglase mit einer Auflösung des salpetersauren Quecksilber-Oxyduls. Sie gab sogleich einen schön *Pomeranzen-farbenen* Niederschlag, der ausgewaschen, getrocknet, und über einer Spiritus-Lampe vorsichtig geglüht, *grünes Chromoxyd* zurückliefs, welches 1 Gran wog, und wofür 0,7 Gr. *Chrom-Metall* zu rechnen sind.

d) Die im Silber-Tiegel zurück gebliebene geschmolzene und ausgelaugte alkalische Masse des Steins, spülte ich von den Wänden des Tiegels mit Hülfe von ein wenig Wasser und einem silbernen Spatel los, brachte sie in eine porcellanene Abrauchschale, und *übersättigte* sie in ihr mit der ganzen Menge der an der

Luft gelbgrün gewordenen ſalzſauren Auflöſung (*a. b*) und mit noch ein wenig Salzſäure. Bei Anwendung einiger Wärme wurde der gröſste Theil der Maſſe, nach vorhergegangenem Aufbrauſen, aufgelöſt. Die Flüſſigkeit hatte eine ſchöne Pomeranzen-Farbe, wie die des ſalzſauren Eiſen-*Oxyds*; das Wenige aber, welches ſich nicht hatte auflöſen wollen, und wovon ſie klar abgegoſſen wurde, hatte eine weiſse, etwas ins *Graue* fallende Farbe und zum Theil ein metalliſches Anſehen, welches mich anfangs ſehr überraſchte, da es ſich eben ſo wenig wie das übrige weiſsliche Kieſelerdige-Pulver, ſelbſt nicht in höchſt concentrirter Salzſäure bei Anwendung von Siedhitze, auflöſte, ſchnell aber und unter ſtarker Gasentbindung, als ich der noch warmen Salzſäure etwas *Salpeterſäure* beifügte. Die Auflöſung war wiederum ſchön Pomeranzenfarben *). Nach Einwirkung der Salpeter-Salzſäure war nur noch ſehr wenig *weiſses Kieſelerden*-Pulver zurückgeblieben, daſs bei der nachfolgenden Abſcheidung des Haupt-Antheils Kieſelerde mit als ſolche eingerechnet werden wird.

c) Die erſte rein abgegoſſene und die zweite pomeranzen-farbene ſalpeter-ſalzſaure Auflöſung wurde in einer Porzellan-Schaale zuſammen gegoſſen, und in ihr zum Sieden gebracht und allmälig ver-

*) Ich habe mich bei Wiederholung meiner Analyſe, bei der ich alles beſtätigt fand, völlig überzeugt, daſs dieſes dunkele Graue in dem erwähnten Rückſtande nichts anders als etwas *unaufgelöſtes Steinpulver* iſt, und daſs die Salzſäure daraus beim Sieden noch einen Rückhalt von *Eiſen* aufnimmt, und dann beim Zuſetzen von Salpeterſäure durch Oxydation dieſes Eiſens *gelb wird*, indem zugleich beide Säuren auf einander reagiren. *v. Gn.*

dampft. Hier zeigte ſich eine zweite merkwürdige Erſcheinung. Zuletzt nämlich, als die Flüſſigkeit durch die ſich ausſcheidende Kieſelerde eine gallertartige Beſchaffenheit anzunehmen anfing, ſchied ſich ein voluminöſes hydratartiges, *dunkelfloh-farbenes* Präcipitat aus, das auf der Oberfläche der gallertartigen Flüſſigkeit ſchwamm, und dieſe dadurch ganz dunkel und undurchſichtig machte. Einige Tropfen *Salpeterſäure* bewirkten ſchnell, unter ſtarker *nitröſer* Gasentbindung, die Wieder-Auflöſung dieſer flohfarbenen Flocken, und ſomit kehrte die Pomeranzen-Farbe wieder *). Als nun die Flüſſigkeit bis zur Trockenheit abgedampft wurde, unter ſtetem Umrühren, blieb ein, theils gelblichweiſs, theils apfelgrün erſcheinender Rückſtand, der mit ſalzgeſäuertem Waſſer in gelinder Wärme ausgelaugt wurde. Die abgeſchiedene *Kieſelerde* ſonderte ich durch Filtriren, und die Flüſſigkeit goſs ich mit dem von der Kieſelerde abfliefsenden ſalzgeſäuerten Ausſüſswaſſer zuſammen. Die er-

*) Die Abſcheidung der *flohfarbenen Flocken* beim Sieden und Abdampfen der ganzen mit Salzſäure übersättigten Maſſe um daraus die Kieſelerde abzuſcheiden, beruht eines Theils auf der bekannten ſchon von Prieſtley beobachteten Erſcheinung, daſs ſalzſaure Eiſenoxydul-Auflöſung durch ſalpeterſaures Gas ganz *dunkel-purpur*, oder auch *flohfarben* wird, und andern Theils auf der Reaction der Salpeter- und Salzſäure, wobei eben dieſes (ſalpeterſaure) Gas in der (ſalzſaures Eiſenoxydul etc. haltenden) Auflöſung frei wird. Daſs ſich hier das Dunkelfarbige in *Flocken* zeigte, bleibt immer *merkwürdig*, und ſcheint auf eine Verbindung des *farbigen* (etwa ſalpeterſaures oder ſalpeter-ſalzſaures Eiſenoxydul?) mit der ſich während des Abdampfens ausſcheidenden *Kieſelerde* zu deuten. m. Gr.

haltene vollkommen weiſs erſcheinende *Kieſelerde* wog getrocknet, und mit der in *d* erhaltenen vermengt, und in einer Platinaſchaale geglüht, 33,2 Gran. Sie blieb, ſelbſt nach dem Glühen, vollkommen weiſs.

f) Die von der Kieſelerde abfiltrirte gelb-grüne Flüſſigkeit wurde nun mit kauſtiſchem Ammoniak im ſtarkem Ueberſchuſs verſetzt, um das Eiſen*oxyd* und die etwa darin befindliche Thonerde abzuſcheiden. (Denn da in der Flüſſigkeit eine *hinreichende* Menge Salzſäure vorhanden war, ſo konnte die Bittererde, die mit Salzſäure und Ammoniak ein auflösliches dreifaches Salz zu bilden fähig iſt, *eben ſo wenig* wie das Nickeloxyd, welches dieſelbe Eigenſchaft hat, und überdieſs auch noch an und für ſich in Ammoniak auflöslich ſeyn ſoll, durch das überſchüſſige Ammoniak niedergeſchlagen werden, ſondern beide muſsten zugleich mit der Kalkerde, die durch kauſtiſches Ammoniak nicht zerſetzt wird, *aufgelöſt* bleiben.) Das erhaltene braunrothe Präcipitat, von dem Flüſſigen mittelſt eines Filters getrennt und ausgeſüſst, lieferte eine ſchön *violbläuliche* Flüſſigkeit, die vollkommen klar und ſtark ammoniakaliſch war.

g) Nachdem das noch feuchte, braunrothe Eiſenoxyd-Hydrat, mittelſt eines Spatels, vorſichtig in eine Abrauchſchaale geſammelt, und mit einer concentrirten kauſtiſchen Kalilauge einige Minuten lang gekiedet worden war, wurde etwas Waſſer zugethan und das Ganze auf das erſtere Filter zurückgebracht, und das darauf zurückbleibende *Eiſenoxyd-Hydrat* gehörig ausgeſüſst, und hierauf wurde es ein paar Tage lang auf einem warmen Ofen (ungefähr bei 70° R.) ge-

trocknet *). Dieſes Eiſenoxyd-Hydrat ſuchte ich dadurch von ihm anhängenden Kali, Kalk, und Bittererde zu reinigen, daſs ich es in einer Platin-Schaale mit etwas Waſſer vermengte, und ſo lange vorſichtig Salpeterſäure tropfenweiſe und unter ſtetem Umrühren darauf fallen lieſs, als noch ein Aufbrauſen erfolgte. Hierauf brachte ich das Gemenge über einer Spiritus-Lampe zum Eintrockenen und ſelbſt etwa eine Minute lang dem Glühen nahe, damit das etwa gebildete ſalpeterſaure Eiſen*oxyd* wieder zerſetzt würde, welches bei weitem nicht ſo ſchnell und leicht mit den Verbindungen des Kalks, der Bittererde und des Kali mit der Salpeterſäure erfolgt. Der Rückſtand wurde nun mit Waſſer ausgelaugt, das etwas ſalpeterſauren Kalk und ſalpeterſaure Bittererde, wie auch Salpeter aufnahm. Dieſes Waſſer der ammoniakaliſchen violblauen Flüſſigkeit (*f*) beigefügt, bewirkte kein Trüben derſelben. Endlich wurde das ausgelaugte *Eiſenoxyd* in

*) Während dieſer Zeit hatte dieſes Eiſenoxyd-Hydrat folgende ſonderbare Eigenſchaften angenommen. Das Volumen war, verglichen mit dem, welches es feucht hatte, auſserordentlich zuſammen geſchrumpft. Von auſsen ſahen die zerborſtenen Theile rauh und braunroth aus, aber auf dem friſchen Bruch erſchien vollkommener *Glasglanz* und dunkele ſchöne *Granatfarbe*. Dabei war die *Härte* ſo bedeutend, daſs mit den ſcharfen Kanten dieſer Stücke *Glas geritzt* werden konnte, und doch waren ſie zugleich ſo *brüchig*, daſs, als ich das Filter zuſammengebogen vom Ofen nahm und auf einem Tiſch bei einer Temperatur von ungefähr 12° R. liegen lieſs, ſie darin beim allmäligen Erkalten nach und nach unter Kniſtern und mit einiger Gewalt *zerſprangen*. Die zerſprungenen Stücke behielten jedoch ihre Härte; denn ich hatte einige Mühe ſie im Achatmörſer völlig zu zerpülvern. *v. Gr.*

derſelben Platin-Schaale mäſsig geglühet. Im Vergleich mit ſeinem früheren Gewicht (als unreines Eiſenoxyd-Hydrat) hatte er nun genau 35 Procent verloren. In dieſem gereigten, mäſsig geglüheten Zuſtande wirkte es *nicht* auf die Magnetnadel, und wog 65 Gran, welche ein Aequiv. von 45 Gran *metalliſchem* Eiſen ſind. Da aber nur 26 Gran Eiſenmetall in 100 Gr. des Steins enthalten ſeyn können (ſ. oben *a*), ſo muſs der Unterſchied beider Mengen = 45 — 26 = 17 Gran, die Menge des Sauerſtoffs ſeyn, welche mit einem Theile dieſes Eiſenmetalls im Oxydul-Zuſtande verbunden waren, und daher die Menge dieſes letztern nahe 5 Gran betragen. Folglich ſind in 100 Gran des Steins 17 + 5 = 22 Gran *Eiſenoxydul* befindlich.

h) Die vom Eiſenoxyd-Hydrat abfiltrirte kauſtiſche Kalilauge enthielt etwas *Thonerde* aufgelöſt; denn als ich ihr Salmiak-Auflöſung in genugſamer Menge zufügte, fielen allmälig zarte Flocken nieder, die nach einigen Stunden auf ein Filter geſammelt, ausgewaſchen und wohl getrocknet, das Gewicht deſſelben um 1,5 Gran vermehrt hatten.

i) Die in *f* erhaltene ammoniakaliſche violblaue Flüſſigkeit prüfte ich auch auf einen etwanigen Mangan-Gehalt, indem ich einen kleinen Antheil davon in einer Glasſchaale in gelinder Wärme ſtark einengte, und ſelbſt der Trockenheit nahe brachte, wobei ſich *keine* Flocken von Mangan-Oxyd ausſchieden. Der Rückſtand, in einigen Tropfen Waſſer aufgelöſt, wurde wieder zu der Flüſſigkeit gefügt. Um das überſchüſſige Ammoniak daraus zu vertreiben wurde nun das Ganze erhitzt und etwas eingeengt, hierauf nach

dem Abkühlen, mit Schwefel-Waſſerſtoff-Ammoniak verſetzt, und das gebildete ſehr dunkele, faſt ſchwarze Präcipitat von *Schwefel-Nickel* durchs Filter geſchieden, ausgeſüſst und getrocknet. Es wog 3,7 Gran, wofür man füglich 2 Gran *Nickel-Metall* rechnen kann. Als es mit Salpeterſäure behandelt, dann filtrirt und die Auflöſung mit Eiſen-blauſaurem Kali verſetzt wurde, entſtand ein weiſser ins Blau-grüne fallender Niederſchlag; und metalliſches Eiſen ſchlug aus der Auflöſung *kein* Kupfer nieder. Es ſchien demnach blos Schwefel-Nickel zu ſeyn, ohne Beimengung eines andern Metalls *).

k) Die von Schwefel-Nickel abfiltrirte waſſerhelle Flüſſigkeit wurde nun aufs neue etwas ſtärker in gelinder Hitze eingeengt. Als ihr darauf nach dem Erkalten einige Tropfen ſauerkleeſaures Ammoniak beigefügt wurden, trübte ſie ſich erſt nach einigen Minuten deutlich und ſetzte einen Niederſchlag von *ſauerkleeſaurem Kalk* ab, der aber in zu geringer Menge vorhanden war, als daſs ich ihn hätte wiegen können.

l) Die vom ſauerkleeſauren Kalk-Präcipitat klar abgeſonderte waſſerhelle Flüſſigkeit, wurde nun endlich mit kauſtiſcher Kalilauge in hinreichender Menge verſetzt, um alles Ammoniak des Salmiaks in der Siedhitze zu verjagen. Die abgeſchiedene *Bittererde* wur-

*) Man könnte ſich auch, in Ermangelung beſſerer Reagentien, der mittelſt eines Magnets aus dem Steinpulver ausgezogenen Metall-Theile bedienen, um daraus mittelſt Salzſäure Schwefel-Waſſerſtoff zu entbinden, welches man, vermöge einer Gas-Leitungsröhre, durch die violblaue Flüſſigkeit zur Abſcheidung des Nickels leiten könnte. v. Gr.

de dann auf ein Filter gebracht und das Abfliefsende mit einem neuen Zufatz von Kalilauge geprüft, ob es fich dadurch trüben würde. Es erfolgte aber keine weitere Trübung. Die Bittererde ausgefüfst, getrocknet und geglühet, erfchien als ein zartes, fchnee-weifses, lockeres Pulver von = 10,8 Gran Gewicht.

Diefer Analyfe zu Folge find die Beftandtheile des Lixnaer, oder Dünaburger Meteorolithen in 100 Gewichtstheilen folgende:

20 Eifen + 2 Nickel = 22 Nickel-Eifen
6 Eifen + 3,5 Schwefel = 9,5 Schwefel-Eifen
= =

	Schwefel-Nickel-Eifen	31,5	(*a*, *f*).
Ferner	Kiefelerde	33,2	(*d*, *e*)
	Eifenoxydul	22,0	(*g*)
	Bittererde	10,8	(*l*)
	Thonerde	1,3	(*h*)
	Chrom-Metall	0,7	(*c*)
	Kalkerde und Mangan, eine Spur	0,5	(*k*, *b*)
		100,0	

Die analytifche Methode, welche ich hier angegeben habe, fcheint mir die zweckmäfsigfte zu feyn, die man in dergleichen Fällen anwenden kann. Man mufs vorher nach andern bekannten, und dann nach diefer arbeiten, um den Unterfchied bemerken zu können. Befonders hat es mir gefchienen, dafs der *Mangan*- und *Chrom*-Gehalt, wenn beide fich nur in geringer Menge vorfinden, leicht überfehen werden kann, wenn man nicht *vor* dem Schmelzen der Steinmaffe mit Aetzkali den fo fehr bedeutenden Eifengehalt wegfchafft. Auch wird die mit Salzfäure behandelte Maffe *nachher* vom Kali weit leichter angegriffen und aufge-

löst. Zum Schluss will ich noch erinnern, dass das Chrom ohne Zweifel im *metallischen* Zustande, *wenigstens* in *diesem* Aërolithen, vorhanden ist, weil sonst, wenn es nämlich als Oxyd darin wäre, die Salzsäure es würde aufgelöst haben.

Zusatz,

von dem Kurländischen meteorischen Papiere und einem Finnländischen Meteorsteine.

Von Hrn von Grotthuss haben wir schon im vorigen Jahre einen interessanten Beitrag zu denjenigen wunderbaren meteorologischen Ereignissen erhalten, die aus dem Gebiete der Mährchen und der Fabeln hervorgezogen und zu einer wissenschaftlichen Einsicht zubereitet zu haben, eins der Verdienste Hrn Chladni's ist. Aufmerksam gemacht durch dieses Physikers *fünfte* Fortsetzung seiner Nachrichten über Massen, die vom Himmel gefallen sind, in diesen *Annalen* (Jahrg. 1819 St. 9, oder B. 63 S. 37) auf *Papier*, das im Jahr 1686 am 31 Januar in Kurland bei dem Dorfe *Raudenn* vom Himmel herabgefallen seyn soll, erinnerte sich Hr. von Grotthuss unter einigen von seinem Vater hinterlassenen Naturalien zwei kohlschwarze, wie verbranntes Papier aussehende, nur festere Blättchen, 1½ Zoll lang und breit, bemerkt zu haben, welche der Aufschrift nach solches Raudisches Himmels-Papier seyn sollten. Er untersuchte sie, so weit der kleine Vorrath es erlaubte, theilte der Kurländischen Gesellschaft für Literatur und Kunst im Januar 1820 einen Aufsatz über diesen merkwürdigen Gegenstand, und daraus in dem Schweigg. Meineck. Journ. f. Chem. und Phys. B. 26 H. 4 S. 332 einen Auszug mit einem Nachtrage in B. 30 H. 2 S. 169 mit; und hatte die Galante-

rie Hrn Chladni und mir kleine Probeſtücke dieſes Himmels-Papiers zu verehren. Es iſt blätterförmig, ſo dünn wie gewöhnliches, und runzlich wie naſs gefaltetes und wieder trocken gewordenes Schreibpapier, ziemlich zuſammenhängend, etwas elaſtiſch, leicht und mit Kniſtern oder Rauſchen brechend, leicht zu ſchneiden, aber ſchwer zu pulvern, und hat hier und da kleine weiſse Körnchen, wie Quarz- oder Sandkörner eingeſprengt. Wo es an den dünnſten Stellen etwas durchſcheinend iſt, erſcheint es beim Durchſehen braungelb, das übrige iſt kohlſchwarz. Einmal im Waſſer untergeſunken, ſteigt es nicht wieder an. Bei dieſem Sinken in einem Glaſe nahe am Rande wird es vom Magnet nicht angezogen, auch zeigt es keine Spur von Wirkung auf die Magnetnadel. Es iſt ein electriſcher Halbleiter, *entflammt* ſich an einem Lichte, doch nur auf kurze Zeit, und glimmt dann noch wie Zunder fort, mit ſichtbarem Rauch, der anfangs wie der von Papier, zuletzt aber ſchweflich riecht, und giebt eine Aſche, die der Magnet zieht, aber keine Spuren von Schwefelſäure zeigt. Salpeterſäure macht die Blättchen ziegelroth, dann gelb, zuletzt weiſslich, und wird dabei ſelbſt durch das *Eiſen*, das ſie in ſich aufnimmt, ſafrangelb, und dann mit anthrazothionſaurem Kali herrlich roth; zeigt auch etwas Magneſia oder Thonerde und Kalk. Beim Erhitzen bis zum Sieden in der Salpeterſäure ſchwellt das Himmelspapier ſtark auf, zergeht und läſst ein weiſses Pulver; es ſcheint vor dem Zergehen Kohle, einem andern leichter brennbaren Körper (Schwefel?), und Kieſelerde zu enthalten. Hr. von Grotthuss ſchlieſst aus ſeinen zerlegenden Verſuchen: „daſs dieſer papierartige, ſchwarze Körper dieſelben Beſtandtheile, als in den Aërolithen vorzukommen pflegen, enthalte, nämlich *Kieſelerde*, *Eiſen*, *Kalk*, *Kohlenſtoff*, entweder *Magneſia* oder *Thonerde*, einen beim Brennen *ſchwefel*-artig riechenden Körper, und *Nickel*.“ Hr. von Grotthuss fand hierbei Wollaſton's Prüfungs-Verfahren auf Nickel unzuverläſ-

fig, da man nach demſelben Mangan für Nickel nehmen kann, und verbeſſerte das Verfahren. Dieſe Unterſuchung und die geſchichtlichen Nachrichten ſetzen den *meteoriſchen Urſprung* dieſer ſchwarzen papierartigen Maſſe, nach Hrn von Grotthuss Urtheil, *auſser allen Zweifel*.

Ein in dieſer Gegend wohnender Prediger, M. Krüger, hatte dem damaligen Profeſſ. Medic. Hartmann in Königsberg in dem folgenden Jahre eine Probe der Maſſe zugeſchickt, damit er ſie unterſuche und darüber ſein Urtheil gebe, und aus dem, was er ihm mitgetheilt und dieſer in den *Ephem. Nat. Curioſ.* | *Norimb.* 1689 bekannt gemacht hat, erhellet, daſs am 29 Januar neuen Styls 1686 ein gräulicher Sturmwind aus NO gekommen war, der den folgenden Tag mäſsiger blies, doch bis zum 31 Januar anhielt, an welchem Tage dieſer papierartige Körper mit *Schnee* und Sturm flockenweiſe herabkam. Er bedeckte Morgens einen groſsen Platz an einem Teiche fingerhoch, in Tiſch-groſsen Stücken, die der Wind nachher zerriſs und umher ſtreute; er roch wie Meergras (*fucus*), und hatte Grashalme anhängen. Hartmann verglich ihn mit „der zähen, oft ſehr ausgedehnten und zuſammenhängenden Sternſchnuppen-Maſſe“ und erzählt „ein ähnliches Gewebe ſoll um dieſelbe Zeit in *Pommern* niedergefallen ſeyn, auch in *Norwegen* die Wälder bedeckt haben.“ — In einen *bohnenartigen* ſchwarzen Körper, welchen man ein Paar Monate nach dem Papierfall in derſelben Gegend auf einem Acker fand, auf dem das Jahr zuvor Gerſte geſtanden hatte, erkannte Hr. von Grotthuss bei ſeiner Unterſuchung deſſelben einen offenbar vegetabiliſchen Urſprung; er hält ihn für ein *Sclerotium*. Ein Aufſatz über das Kurländiſche Meteoriſche Papier in „Joh. Kanold's Supplementum I curiöſer und nutzbarer Anmerkungen von Natur- und Kunſtgeſchichten, Bautzen 1726, S. 79,“ er-

zählt, ein Bauer habe daſſelbe fleckenweiſe aus der Luft herabfallen ſehen.

Hr. Biot dürfte in dieſem meteoriſchen Papiere *Nordlichts-Materie* zu ſehen geneigt ſeyn, welche der NO-Wind herbeigeführt habe. Und vielleicht mehr noch in den *Finnländiſchen Meteorſteinen*, von denen ſich eine Nachricht in Scherer's Allg. Nord. Ann. d. Chem. B. 1 S. 474 findet. Sie fielen am 13 December 1813 bei dem Dorfe *Lontalax*, Kirchſpiel *Sawitaipal*, Gouvernement *Wiborg*, gröſstentheils auf das Eis eines Sees herab, und nach dem, was in dem ſchätzbaren Schweigg. und Mein. Jour. f. Chem. und Phyſ. H. 2 1821, Herr Bergmeiſter Nils Nordenſkiöl von ihnen ſagt, ſieht die dünne Rinde wie Pech, der Stein im Innern aber wie zuſammengehäufte vulkaniſche Aſche aus, und iſt zwiſchen den Fingern zu zerreiben. Mit der Loupe ſieht man in der grauen, aſchfarbigen, nur wenig zuſammen hängenden Hauptmaſſe, die vor dem Löthrohr ohne ſich aufzublähen zu einer ſchwarzen, undurchſichtigen Kugel ſchmelzt, hell-olivengrüne wie geſchmolzene Körner, höchſtens von Stecknadel-Knopf Gröſse, die ſich vor dem Löthrohr wie Olivin verhalten; weiſse, halbdurchſichtige, ſpröde, nicht ſchmelzende Theile, die ausſehen und ſich verhalten wie Leucit; und mit dem Magnet auszuziehende, äuſserſt feine metalliſche Körner. In höheren Breiten als dieſe iſt noch kein bekannter Meteorſtein niedergefallen, und keiner hat nach Hrn Nils Nordenſkiöld eine gröſsere Aehnlichkeit als ſie mit vulkaniſchen Erzeugniſſen.

Gilbert.

II.

Verſuche über die Einwirkung der galvaniſchen Electricität auf die Magnetnadel, mit dem vom Herrn Prof. Gilbert angegebenen Apparate;

von dem

Conſiſtor. Secret. W. Bechstein in Altenburg.

Auf das lebhafteſte, wie gewiſs jeder Freund der Naturwiſſenſchaften, von der Wichtigkeit der Entdekkung des Hrn Prof. Oerſted ergriffen, war ich eben im Begriff die electro-magnetiſchen Verſuche mit meiner groſsen galvaniſchen Batterie, aus 150 Platten-Paaren, jede von 36 Quadratzoll Oberfläche, zu wiederholen, als ich aus dem Decemberſtück 1820 dieſer Annalen Hrn Prof. Gilbert's ſinnreichen Apparat kennen lernte, der ſehr weſentliche Vortheile vor einem groſsen Platten-Apparat gewährt, bei dem das Aufſetzen und das Reinigen der Platten allein ſchon eine Arbeit iſt. Jener Apparat iſt nicht nur mit wenig Koſten auszuführen und ſehr leicht zu behandeln, ſondern es entſpricht auch die Wirkung deſſelben dem beabſichtigten Zweck ſo vollkommen, daſs man dieſe Verſuche mit der gröſsten galvaniſchen Batterie nicht auffallender darzuſtellen vermag.

Ich habe an demſelben einige Abänderungen gemacht, und will erſt dieſe beſchreiben, dann die Verſuche folgen laſſen.

Der gewalzte Zinkſtreif meines Apparats iſt 2″ 2‴ breit *) 20,5″ lang, und bei *A* und *B* (Fig. 1 Taf. VIII) rechtwinklich gebogen. *C* iſt eine ſchwache Glas-Säule, oben und unten in Zwingen von Zink eingekittet, welche mittelſt verſenkter Meſſingſchräubchen, wie in *D* zu ſehen iſt, in dem obern und untern Theil des Zinkſtreifes befeſtiget ſind. Der obere Streifen iſt an ſeinem Ende bei *E* 1″ 9‴ lang und faſt 2‴ breit durchbrochen, und in dieſe Oeffnung wird die Verbindungs- oder Schlieſsungs-Platte, wie in Fig 2, gehängt. Dieſe Platte (Fig. 3 *a* und *b*) beſteht aus einem 4,5″ langen Zinkſtreifen, der bei *c* zuſammen gehämmert, und bis $\frac{2}{3}$ ſeiner Länge von unten durch Zinknieten genau zuſammen gehalten iſt, damit keine Säure auf die innern Seiten des Streifs wirken könne. Ich zog das Zuſammen-Nieten dem Zuſammen-Löthen vor, um alle andere Metalle zu entfernen. Die beiden obern Enden der Platte ſind bei *d* ſcharf rechtwinklich gebogen und geben ſich bis dahin, wo die Nieten ſind, aus einander, wodurch ſie ſo viel Federkraft erhalten, daſs die Platte feſt in der Oeffnung des obern Streifens hängt und überall genau anſchlieſst. Das Kupfergefäſs iſt dem von Hrn Gilbert beſchriebenen völlig gleich, ſo wie ich jede dort angegebene Einrichtung beibehalten habe. Die in Grade getheilte Meſſingſcheibe von 4,5″ Durchmeſſer iſt verſilbert und auf ihrer Oberfläche mit Lack überzogen. Die Magnetnadel, von blankem Stahl, hat 3″ 9‴ Länge, iſt 1,5‴ hoch, 0,5‴ ſtark, und wiegt mit dem Agathütchen 59 Gran.

*) *Alle* angegebenen Maaſse ſind Pariſer Maaſs. R.

Dieſer ganze Apparat ſteht auf einem Brettchen feſt, und wird beim Experimentiren auf eine Scheibe von ſtarker Pappe geſtellt, worauf eine Windroſe in 16 Theile gezeichnet iſt. Da an der untern Seite des Brettchens ein kleiner Zapfen befeſtiget iſt, welcher genau in das in der Mitte der Pappe befindliche Loch paſst: ſo kann das Inſtrument ſanft durch die ganze Windroſe herum gedreht werden.

Dieſe Einrichtung gewährt nun folgende Vortheile: 1) ſteht das Inſtrument feſt, und iſt vor jeder Erſchütterung geſichert, welches bei genauem Experimentiren von Vortheil iſt; 2) läſst ſich jeder Verſuch augenblicklich wiederholen, ohne daſs im geringſten etwas braucht aus ſeiner Lage verrückt zu werden; 3) kann man durch das Herausheben und Einſenken der Schlieſsungs-Platte in den feuchten Leiter, den Kreis leicht öffnen und ſchlieſsen; 4) endlich läſst ſich die Schlieſsungs-Platte auf die bequemſte Weiſe ſchnell reinigen, welches beim Experimentiren durchaus nöthig iſt.

Ich habe mir zu meinem Apparat vier ſolcher Schlieſsungs-Platten bereitet, um ſchnell experimentiren zu können und dabei noch den Vortheil zu haben, daſs die Säure nicht zu lange auf ein und dieſelbe Platte wirkt.

1. Verſuch mit Einer Magnetnadel.

Nachdem ich dem Waſſer, womit das Kupfer-Gefäſs gefüllt war, gegen 8 Prozent Königswaſſer beigemiſcht und das Gefäſs in magnetiſch *Süden* geſtellt hatte, ſo daſs alſo der electriſche Strom nach Norden zu floſs, wurde die eingetheilte Meſſingſcheibe auf den *untern*

Es ſtimmen die Reſultate dieſer Verſuche mit denjenigen, welche Hr. Prof. Gilbert in Stück 12 S. 366 in der tabellariſchen Zuſammenſtellung mittheilt, faſt gänzlich überein. Nur Eine auffallende Differenz zeigt ſich zwiſchen beiden beim Stand des Gefäſses in Nord-Weſt. Denn während meine Magnetnadel die Ablenkung ſtets um 7° bis 11° *gröſser* als dort angab, zeigte ſie doch nur beim Stand des Gefäſses in NW eine öſtl. Ablenkung von 70°, indeſſen, bei dem nämlichen Stand des Gefäſses, in jener Tabelle der Ruheſtand der Nadel bei 75° bemerkt iſt; folglich gab hier meine Nadel die Ablenkung um 5° *kleiner* an. Die Urſache dieſer Differenz kann leicht in einem augenblicklichen Zufall gelegen haben, wodurch die Wirkung des electriſchen Kreiſes auf eine oder die andere Weiſe geſtört, oder unterbrochen worden iſt, was öfters ſelbſt die gröſste Vorſicht nicht verhindern kann.

Die doppelt bemerkte Angabe des 4ten Verſuchs hat ihren Grund darin, daſs ich mich bei der Wiederholung deſſelben einer ganz neuen Schlieſsungsplatte bediente, daher die Schwingungen der Nadel um 40°, und die Ablenkung derſelben vom magnetiſchen Meridian um 8,5° gröſser ausfiel.

Begierig zu wiſſen, ob in WSW das Maximum der ablenkenden Kraft des galvaniſch-electriſchen Stromes für die Magnetnadel ſey, oder ob eine noch gröſsere Ablenkung derſelben erfolge, wenn z. B. das Gefäſs in W gen S ſtehe, drehete ich das Inſtrument ſanft und ohne die geringſte Erſchütterung, aus WSW nach Weſten zu. Doch augenblicklich ging nun auch die Nadel ganz langſam nach Norden zu und blieb ohne zu oſcilliren auf 0° ſtehen. Dieſer Stand blieb un-

verändert, ich mochte die Kette wieder öffnen, oder ſchlieſsen.

Da meine Magnetnadel wegen ihrer groſsen Empfindlichkeit ſtets 1 bis 2 Minuten, je nachdem die Schwingung groſs oder klein iſt, Zeit erfordert, ehe ſie zur Ruhe kömmt, ich auch die Verſuche mit der möglichſten Genauigkeit und Sorgfalt anſtellte: ſo bedurfte ich eines Zeitraums von faſt $1\frac{1}{2}$ Stunden, ehe ich mit dieſen 17 Verſuchen zu Ende kam, und dennoch hatte hierdurch weder der Apparat an Kraft, noch die Flüſſigkeit im Kupfer-Gefäſs an Leitungs-Vermögen etwas verloren, wie dieſes der 17te Verſuch beweiſt, wo die Magnetnadel ſogar auf $\frac{1}{2}^{\circ}$ wieder auf ihren erſten Stand in Ruhe kam.

Nach dieſer Tabelle zeigt ſich nun die *gröſste* ablenkende Kraft des galvaniſch-electriſchen Stroms auf die Magnetnadel, wenn derſelbe von WSW nach ONO, oder von WNW nach OSO zu flieſst; die *kleinſte* ablenkende Kraft hingegen beim Ausſtrömen von OSO und ONO; und *gar keine* Ablenkung erfolgt, wenn der Strom von O oder von W ausgeht. In Fig. 4 ſtellen ſich dieſe Ablenkungen noch anſchaulicher dar.

4. Verſuch mit der Magnetnadel über dem obern Theile des Zinkſtreifes in Beziehung auf die magnetiſchen Weltgegenden.

Der zweite Verſuch mit drei Magnetnadeln hatte gezeigt, daſs eine *über* dem *obern* und eine *über* dem *untern* Zinkſtreifen ſchwebende Magnetnadel nicht bloſs nach entgegengeſetzten Richtungen, ſondern auch in verſchiedenen Gröſsen vom magnetiſchen Meridian abgelenkt werden. Ich wiederholte daher die Reihe von Verſuchen durch die ganze Windroſe noch ein-

die Glasplatten von einander getrennt waren, und mit den entgegengeſetzten Enden des Drahtes verbunden werden konnten. Ich ſpannte nun einen Silberdraht über ein Brett, legte auf daſſelbe die Meſſingſcheibe mit der Magnetnadel, ſo, daſs der Draht in der Entfernung *eines halben Zolles über* der Magnetnadel geſpannt war, gab dem Brett die Richtung des magnetiſchen Meridians, hing in die Zinkplatte und eben ſo in die Kupferplatte einen Silberdraht ein, und lieſs die Schlieſsungs-Platte in den feuchten Leiter hinab. Als ich nun den Draht der Kupferplatte *K* mit dem nach Norden zu gekehrten Ende *N* des aufgeſpannten Drahtes, und den Draht der Zinkplatte *Z* mit dem nach Süden zu gekehrten Drahtende *S* in Verbindung brachte, ging die Nadel bis 45° nach Weſten, dann zurück bis 38° nach Oſten, und blieb bei 29° *weſtlicher* Abweichung ſtehen. Darauf verband ich *Z* mit *N* und *K* mit *S*, worauf die Nadel eine Schwingung von 70° gegen Oſten und 5° gegen Weſten machte, bei 21° *öſtlicher* Abweichung aber zur Ruhe kam. Durch dieſe Erſcheinungen völlig befriediget, brachte ich nun noch die Meſſingſcheibe mit der Magnetnadel *einen halben Zoll hoch über* den ausgeſpannten Draht und verband *K* mit *N* und *Z* mit *S*. Es erfolgte eine Schwingung der Nadel von 60° öſtl. und 20° weſtl., worauf der Ruheſtand der Nadel bei 21° *öſtlicher* Abweichung eintrat. Bei der Verbindung des *Z* mit *N* und *K* mit *S* machte die Magnetnadel eine Schwingung von 40° weſtlich, ging bis 0° zurück und blieb bei 22° *weſtlicher* Ablenkung ſtehen. Der Erfolg dieſer Verſuche zeigt, daſs man *durch* die vorgenommene Einrichtung mit dieſem

kleinen Apparate die Oerſted'ſchen Verſuche eben ſo wie mit einer groſsen galvaniſchen Batterie anzuſtellen vermag. Und dabei findet die Oerſted'ſche Formel: „der Pol, *über* welchem die *negative* Electricität eintritt, wird nach *Weſten*, der Pol *unter* welchem ſie eintritt, nach *Oſten* zu gedreht," überall ihre Anwendung.

6.

Endlich verſuchte ich noch, ob meine groſse aus 20000 ſechszehn Quadrat-zölligen Scheiben beſtehende *Zamboniſche Säule* nicht im Stande ſey, eine Ablenkung der Magnetnadel hervorzubringen; allein es erfolgte nicht die geringſte Bewegung der Nadel, wie ich das auch im Voraus verwuthete. Denn denkt man ſich den *electriſchen Strom* und die *electriſche Spannung* als zwei verſchiedenartige Erſcheinungen in den Voltaiſchen wie in den Zamboniſchen Säulen, ſo muſs man annehmen, daſs in der Zamboniſchen, weil ſie trocken aufgeſchichtet iſt, blos eine *electriſche Spannung* herrſcht, welche wohl im Stande iſt an einem Goldblatt-Electrometer eine Divergenz zu bewirken, weil ihr aber der electriſche Strom, wegen des feuchten Leiters, mangelt, die Magnetnadel nicht zur Abweichung zu bringen vermag. In der Voltaiſchen Säule wird dagegen die Wirkung auf die Magnetnadel wegen des vorhandenen electriſchen Stroms ſichtbar, wogegen aber keine Divergenz an einem Goldblatt-Electrometer erfolgt. So hätten wir nun in der Magnetnadel ein neues Electrometer oder Galvanometer erhalten.

III.

Vorläufige Nachricht von electrisch-magnetischen Versuchen Sir Humphry Davy's, Präs. d. L. Soc.

Die Londner Societät der Wissenschaften hat die Entdeckung des Hrn Oersted mit der Copley'schen goldnen Preismedaille im vorigen Jahre belohnt. — Einige neue Thatsachen, welche ihr jetziger Präsident beim Wiederholen derselben bemerkt hat, sind von ihm nur so kurz und ungenügend angedeutet worden, dafs ich die Notiz blos aus dem Grunde nicht übergehe, weil sie die erste aus England ist, die ich finde, und weil sie Stoff zu interessanten Versuchen darbietet.

Als der Südpol einer Magnetnadel *unter* den schliefsenden Platindraht eines Trogapparats von 100 4-zölligen Plattenpaaren, gebracht war, deren + E Ende *rechts* stand, wurde die Nadel von dem Drahte stark angezogen (?), und der Draht fand sich so stark magnetisirt, dafs er Eisenfeile anzog, und Eisenstäben die magnetische Kraft mittheilte; und zwar, je nachdem man sie an demselben der *Quere* oder der *Länge nach* anbrachte, dauernd, oder nur für die Zeit der Berührung. Es ist dazu nicht einmal unmittelbare Berührung mit dem Schliefsungs-Drahte nöthig; denn es hatte eine Stahlnadel, die in einiger Entfernung von demselben erhalten wurde, magnetische Kraft erlangt. — Des Schliefsungs-Drahtes magnetische Kraft ist der Menge von Electricität, die einen gegebenen Raum durchströmt, proportional, und unabhängig von der Natur des Metalls; wenn man goldne oder silberne Leiter nimmt, ist sie gröfser [wegen des bessern Leitungs-Vermögens?]

Die Entladung einer Leidner Flasche durch einen *Silberdraht*, machte diesen Draht magnetisch (?). Es wurde nun ein 2 Zoll langes Stahlstäbchen transversal an denselben Draht angebracht, und eine Batterie von 17 Quadratfufs Belegung durch den Draht entladen: es fand sich darauf das Stahlstäbchen stark und bleibend magnetisch. — Dieselbe Wirkung entstand in 5 Zoll Abstand, durch Luft, durch Wasser, und selbst durch mehrere dicke Glasplatten hindurch.

Mehrere einander parallele Drähte, welche Theile desselben Schliefsungs-Leiters ausmachten, wurden auf ähnliche Weise, als wären sie ein einziger Draht, magnetisch; ihre einander gegenüber stehenden Enden (?) waren entgegengesetzte Pole und zogen einander an. — Zwei Trogapparate wurden einander parallel gestellt, so dafs der + Pol des einen dem — Pol des andern gegenüber war, und sie wurden durch zwei Drähte geschlossen; diese Schliefsungs-Drähte stiefsen sich einander ab, da ihre Enden ähnliche (?) *magnetische Zustände* annahmen.

IV.

Des Profeſſors Erman in Berlin

Unterſuchungen über den Magnetismus des geſchloſſenen Voltaiſchen Kreiſes,

frei und prüfend dargeſtellt,

von Gilbert.

„. . . Die raſche Entfaltung des Galvanismus unmittelbar nach Darſtellung der [Voltaiſchen] Säule [im J. 1804], verdanken wir der lebendigen und unverzögerten Mittheilung des theilweiſe Aufgefundenen *): möge es ſo auch in dieſer Angelegenheit ſeyn, und mögen die Phyſiker, wie damals, die an dieſer Unterſuchung Theilnehmenden auch jetzt in den Stand ſetzen, jede Ausbeute möglichſt bald kritiſch abzuwägen und eifrig zu überbieten. . . . Dieſes als Pflicht anerkennend, beſtimmte ich ſchon vor mehreren Wochen einen Aufſatz für die Annalen [meine Annalen der Phyſik], nahm [hielt] ihn jedoch zurück, um einige Erläuterungen einzuſchalten; und dadurch wuchs er zu einer zu groſsen Ausführlichkeit für dieſe Beſtimmung an....“ So beginnt im Weſentlichen die Vorrede des kleinen Werkes, welches im Monat Februar in das Publikum unter dem Titel getreten iſt: *Umriſſe*

*) Vorzüglich mit in dieſen meinen Annalen der Phyſik, zu deren ausgezeichnetſten Mitarbeitern in dieſer Materie Hr. Prof. Erman gehörte. *Gilb.*

zu den phyſiſchen Verhältniſſen des von Hrn Prof. Oerſted entdeckten electro-chemiſchen Magnetismus, ſkizzirt von P. Erman. m. 1 Kpft. *Berlin* 1821. 112 S. 8.

Iſt es gleich ſehr wahrſcheinlich, daſs dieſe Abhandlung ſich ſchon in den Händen der mehrſten Phyſiker befinde, ſo komme ich doch der Aufforderung Hrn Erman's (in ſeinem im Februarſtück S. 220 abgedruckten Briefe) nach, und gebe hier meinen Leſern eine kurze Darſtellung des Weſentlichen. Theils bin ich dieſes einem meiner treueſten und hochgeſchätzteſten Mitarbeiter bei einer ſo bedeutenden, an neuen Verſuchen und faſt noch mehr an neuen Ideen reichen Arbeit einigermaſsen ſchuldig, theils darf ich glauben, daſs bei der Kürze und Klarheit, womit ich das zu thun hoffe, es meinen Leſern ein Vergnügen ſeyn werde zu ſehen, wie Hr. Prof. Erman durch ſeine Forſchungen, (während derer er die Ueberwindung gehabt hat, das Sprechen und Leſen über dieſen Gegenſtand ſorgfältig zu vermeiden, um alles blos aus ſich heraus zu geben; eine gefährliche, nicht zur allgemeinen Nachahmung zu empfehlende Enthaltſamkeit), — ſchon ganz dem Wege iſt zugeführt worden, auf welchem Hr. Reg. Rath Prechtl in Wien zu einer einfachen Auflöſung der dem Anſcheine nach höchſt verwickelten magnetiſchen Erſcheinungen des galvaniſch-electriſchen Schlieſsungs-Drahtes zu gelangen das Glück und den Scharfſinn gehabt hat *), wie aber durch abweichende Ideen über die Wirkſamkeit der Electricität in dem galvaniſch-electriſchen Kreiſe, bei-

*) *Siehe* dieſe Annal. Febrſt. S. 221 u. Märzſt. S. 259. *Gilb.*

de im Verfolge auf ganz verſchiedene Pfade gerathen ſind. In dem freimüthigen Ton meiner hier und da eingeſtreuten Bemerkung, wird Hr. Erman den Beweis meiner Achtung nicht verkennen: nur eine im Ganzen ſo ausgezeichnete Arbeit als die Seinige, konnte mich zu einer Darſtellung derſelben, wie der Leſer ſie hier erhält, beſtimmen.

„Die folgenden Beiträge zur Kenntniſs des electriſch-chemiſchen Magnetismus ſind ſehr anſpruchlos (heiſst es in der Vorrede weiter). Die Thatſachen glaube ich verbürgen zu können. Was die Theorie betrifft, ſo ſtrebte ich zu finden *wo man ſuchen müſſe*, . . . welches bei einem durchaus neuen Gegenſtande gerade die gröſste Schwierigkeit darbietet. . . . Ein Verſuch, ſelbſt das paradoxeſte Neue zuvörderſt an früher beſtehende Analogien zu halten, iſt immer zu billigen. . . . Daſs der von Oerſted entdeckte chemiſche (?) Magnetismus mit in das Feld der magnetiſchen Einwirkungen auf die *Leiter* des Magnetismus einſpiele, iſt nicht unwahrſcheinlich: alle unſere Lehren bezogen ſich aber bisher blos auf die Erſcheinungen bei den Iſolatoren, wie Eiſen, Nickel und Kobalt. . . . Es iſt wohl kein beſſerer Weg um zu finden, *in wie fern* und *wo* wir es hier mit wirklich ſpecifiſch verſchiedenen Geſetzen zu thun haben, und um in das Eigenthümliche derſelben einzudringen, als Anknüpfung an die bekannten Geſetze, um aus den Analogien des Magnetismus und des Galvanismus, wie wir ſie bis jetzt erkannt hatten, phyſiſch begründete Konſtructionen zu verſuchen, die den neueſten Erſcheinungen möglichſt entſprechen. . . . Die Beharrlich-

keit, mit der Volta, obgleich er anfangs allen Anſchein gegen ſich hatte, ſich gegen den Strom der Neuheit ſetzte und im Galvanismus den electriſchen Charakter nachwies, iſt geeignet die Phyſiker zu ermuthigen, hier dieſelbe Methode anzuwenden.“ Hr. Erman hat daher „den Hauptzügen des electriſch-chemiſchen Magnetismus,“ wie er ſie aus ſeinen Verſuchen kennen lernte, „vieles zur Parallelisirung des Neu-entdeckten mit dem bereits Bekannten“ beigefügt.

1. Verſuche mit Rotations-Apparaten, und electriſch-magnetiſche Figuren.

Die Darſtellung ſeiner Unterſuchungen beginnt Herr Erman mit den, zu der Zeit als er ſie anſtellte neuen und ihm eigenthümlichen Verſuchen, welche nachweiſen, daſs nicht blos die Magnetnadel von dem Schlieſsungs-Leiter des einfachen galvaniſch-electriſchen Kreiſes, ſondern umgekehrt auch dieſer Schlieſsungs-Leiter ſammt dem ganzen geſchloſſenen Kreiſe, wenn er um ſeinen Schwerpunkt ſehr leicht drehbar iſt, von einem Magnetſtabe in drehende Bewegung geſetzt wird.

Um den Apparat möglichſt leicht drehbar in horizontaler Ebene zu machen, befeſtigt ihn Hr. Erman in einem Pappſtreifen, der mittelſt 4 Fäden oder eines Drahtbiegels an einem langen Drahte horizontal-ſchwebend hängt, und dadurch zu einer Art von Coulomb'ſcher Windungs-Wage wird. Hr. Erman nennt ihn einen *Rotations-Apparat* oder eine *Rotations-Kette*, und *einarmig* oder *zweiarmig*, je nachdem die den Becher aufnehmende Rundung ſich am Ende *oder in* der Mitte des Pappſtreifens befindet. Fig. 5

Taf. VIII ſtellt den einarmigen vor. Damit die Windungs-Kraft des Drahtes nicht ſtörend einwirke, nimmt Hr. Erman ihn möglichſt dünn. Den Apparat ſelbſt machen aus: Ein leichter Becher von *Silber* oder *Kupfer*, der etwa 3 Unzen Waſſer faſst, und in einem runden, in der Rundung des Pappſtreifens ausgeſtemmten Loche, lothrecht ſtehend befeſtigt iſt; ein in dieſem Becher auf einem Uhrglaſe ruhender, ihn nirgends berührender Cylinder oder dickes Plättchen von Zink; und ein beide vereinigender, auſserhalb des Bechers befindlicher *Leiter*, wozu ein Streifen von Zinkblech oder Stanniol, oder ein Meſſingdraht dient, welcher über und unter dem Pappſtreifen fortgehend mit dem Zinke im Becher an dem einen, und mit der äuſsern Fläche des Bechers an dem andern Ende, durch Stanniol oder noch beſſer durch ächtes Goldblatt in genaue metalliſche Berührung verſetzt iſt; denn dieſe Metalle werden bei dem Aufbrauſen der Säuren im Becher nicht oxydirt, und ſchmiegen ſich am innigſten an. Soll der Apparat in Wirkſamkeit treten, ſo wird mit Säuren verſetztes Waſſer in den Becher gegoſſen.

Ein ſolcher Apparat iſt zu ſchwer, und der ihn tragende Draht zu ſteif, als daſs er durch den *Erd-Magnetismus* in Bewegung könnte geſetzt werden. Wenn indeſs Hr. Erman ſich für geneigt erklärt, „aus einigen ſpäter zu erwähnenden Bedingungen dieſer Bewegungen zu ſchlieſsen, daſs keine dirigirende Kraft für die electriſch-chemiſchen Magnete möglich ſey,“ ſo werden Hrn Ampère's Apparate, die den Schlieſsungs-Draht Voltaiſcher Säulen und Trogapparate dem Erd-Magnetismus gehorſam zeigen, und an de-

nen Hr. Ampère die Erſcheinungen der magnetiſchen Abweichung und Neigung dargeſtellt hat (vorig. Stück S. 249), ihn nicht wenig intereſſirt haben.

Dagegen kömmt jener Apparat in drehende Bewegung, wenn man den Pol eines Magnets dem Schlieſſungs-Drahte da, wo er ſich in der gröſsten Entfernung von dem Becher zu dieſem zurück biegt, in paralleler Lage des Magnetſtabes mit dem Drahte nähert, und es gelang auf dieſe Art dem Verf., mit einem Magnete, deſſen einzelne Pole 4 bis 5 Pfund trugen, einen einfachen Rotations-Apparat von 7 bis 8 Zoll langen Pappſtreifen, bei mäſsiger Stärke der ſauren Flüſſigkeit in dem Silberbecher, in 10 bis 12 Secunden ganz in die Runde herum zu treiben.

Bevor wir jedoch dieſe intereſſanten Verſuche mit dem Rotations-Apparate genauer betrachten, muſs ich eine Bemerkung voran ſchicken.

Hr. Erman ſcheint es als ausgemacht anzuſehen, daſs die *chemiſche* Einwirkung der Metalle und Säuren auf einander die Electricität, welche ſich in dem geſchloſſenen galvaniſch-electriſchen Kreiſe äuſsert, erzeuge; Volta, Biot, Davy, glaubten dieſe Meinung widerlegt zu haben. Da indeſs gerade dieſes ein Feld von Forſchungen iſt, mit denen ſich Hr. Erman ſeit Beginn derſelben fleiſsig beſchäftigt hat, ſo wäre es zu wünſchen geweſen, wir hätten von ihm eine Rechtfertigung ſeiner Ideen von *chemiſcher Electricität*, als dem Agens im Galvanismus, auf ſeine gewohnte gründliche Weiſe erhalten. Es wird nach ihm der Zink ſeines Apparates *dadurch* poſitiv electriſch, daſs die in den ſilbernen Becher hineingegoſſenen, ſtark verdünnten Säuren *chemiſch* auf den Zink einwirken, ihn *auflöſen*. Volta

lehrte dagegen, und bewies durch gute, von Hrn Erman ſelbſt früherhin beſtätigte Verſuche, daſs der poſitiv-electriſche Zuſtand des Zinks unabhängig von den Säuren, blos durch (unmittelbare oder mittelbare metalliſche) Berührung mit dem Silber entſtehe, und die Flüſſigkeit hierbei im Allgemeinen und Weſentlichen nur die Rolle eines *Leiters*, nicht eines Erregers ſpiele, und ſtärker oder ſchwächer nur nach Verhältniſs ihrer Leitungs-Fähigkeit wirke. Die electromotoriſche Thätigkeit zwiſchen der Flüſſigkeit und den Metallen iſt in der Regel weit ſchwächer als die zwiſchen den Metallen ſelbſt, und wirkt blos ſchwächend oder verſtärkend und abändernd mit, aber nicht als Hauptſache. Und in ſo weit haben wir es nach Volta nicht mit einer *chemiſchen* Electricität in dieſen Verſuchen zu thun. Herr Erman nennt den Schlieſsungs-Draht häufig einen *chemiſchen Leiter*, auch wohl einen *chemiſchen Magnet*, und den Magnetismus deſſelben *chemiſchen* oder *chemiſch-electriſchen Magnetismus*, und überall nimmt er die Zuleitung in ſeinem Apparate, welche von dem Zinke herkömmt, für die *poſitive* und ſchreibt die Wirkungen, welche ſie in ſeinem Apparate äuſsert, der + E zu. Die erſten Ausdrücke können wenigſtens, nach dieſem Vorworte, keine Undeutlichkeit weiter in dem Vortrag hervorbringen, ungeachtet ich ſie nicht für paſſend halte und es bedaure, daſs ein ſo emſig und redlich forſchender Phyſiker die allgemein angenommene Anſicht, für die ſo viel gethan iſt, wegwirft, ohne zuvor den Beweis geführt zu haben, daſs dieſes nothwendig ſey, und er uns eine zuverläſſigere, durchaus genügende zu geben vermöge. Die letzte Ausſage aber

drückte verſetzt, verloren geht. Die ausnehmend reichhaltigen Unterſuchungen hätten wohl verdient, nachdem ſie im Laufe der Forſchung aufgeſchrieben waren, noch einmal überarbeitet zu werden; ſie würden dadurch an Klarheit und der Vortrag an Präciſion gewonnen haben: denn an ſich fehlt es an jener nicht, nur wird ſie durch vieles Fremdartiges, zum Theil nicht recht ordentlich, unbeſtimmt und dunkel. Ausgedrücktes oder Angedeutetes verdunkelt, ſo daſs das Leſen ſchwierig, für einen Ausländer vielleicht zu ſchwierig iſt. — Doch ich komme nun zu Hrn Erman's intereſſanten Verſuchen mit ſeinem Rotations-Apparate und zu den Folgerungen, welche er aus ihnen mit Scharfſinn zieht. Nur gegen einen Reichen, der uns in ſeiner Spende zu viel gegeben zu haben ſcheint, erlaubte ich mir übrigens Bemerkungen der Art; bei einem Geiſtesarmen würden ſie zu nichts frommen.

Die Erſcheinungen, welche ſich zeigen, wenn man einen Pol eines Magnets auf den Schlieſsungs-Draht des Rotations-Apparates einwirken läſst, ſind von denen, welche derſelbe Magnetpol in einer gewöhnlichen Magnetnadel hervorbringen würde, weſentlich ver-

wie, des Verf. Vorſtellung vom Chemismus zu Folge, in dem electromotoriſchen Theile des geſchloſſenen Kreiſes wirken; welches aber wieder gegen die Erfahrung iſt, da in dem Schlieſsungs-Leiter und in dem electromotoriſchen Theile der geſchloſſenen Säule, die + E in entgegengeſetztem Sinne wirkt; (in jenem vom Zink zum Silber, in dieſem vom Silber zum Zink, wohl verſtanden bei dem von Volta zur Regel gemachten Bau, anfangend und endigend mit einem Platten-*Paare* Zink und Silber), ein Umſtand, der ſchon mehrere Phyſiker, von denen er überſehen wurde, in Verlegenheit geſetzt hat, und deſſen der Verf. in ſeinem Werke nirgends gedenkt. *Gilb.*

ſchieden. Sie ſtimmen dagegen ganz mit dem überein, was mit einer Magnetnadel vorgehen würde, die aus zwei dünnen gleichen Magnetſtäben zuſammengeſetzt wäre, welche mit ihren entgegengeſetzten Polen wie in Fig. 6 an einander lägen. Der Nodpol des Magnetſtabs zieht nämlich die eine Seite des Schlieſsungs-Drahtes an, ſtöſst die andere ab; ſein Südpol zieht umgekehrt die letztere an und ſtöſst die erſtere ab. Zwiſchen den beiden Polen eines Hufeiſen-Magnets ſchwingt, in *Einer* Lage deſſelben, der Schlieſsungs-Draht zwiſchen beiden Polen hin und her, ohne je einen derſelben zu berühren, als läge jedem ſeiner Pole ein gleichnamiger im Schlieſsungs-Drahte zugewendet; in der entgegengeſetzten Lage beider Pole des Hufeiſen-Magnets, flieht dagegen der Schlieſsungs-Draht nach einer Seite zu unaufhaltſam, wie durch Anziehung und gleich darauf erfolgende Abſtoſsung getrieben. Alles das müſste eben ſo die aus zwei entgegengeſetzt liegenden Magnetſtäben beſtehende Magnetnadel zeigen, wenn man ihr einen Magnetſtab oder einen Hufeiſen-Magnet, wie in Fig. 6, näherte.

„Es mag daher dienlich ſeyn gleich am Eingange dieſer Verhandlungen, ſagt Hr. Erman, eine Analogie mit den bekannten Erſcheinungen des Magnetismus einzuführen, die der Einbildung und dem Gedächtniſſe willkommen ſeyn muſs, und der ich geneigt bin noch einen höheren Werth beizulegen, indem ich von ihr ſehr reelle Aufſchlüſſe über dieſe Klaſſe von Erſcheinungen erwarte. Die natürlichen, und faſt alle künſtliche Magnete, haben *Longitudinal-Polariſation*. . . . Es giebt aber eine Künſtelei beim Streichen, durch welche man *tranſverſale* Polariſation

bewirken kann. Die ganze Eine Fläche hat dann die nördliche, und die ganze andere nach entgegengesetztem Sinne der Breite die südliche, jeder Endpunkt in der Richtung der Länge, beide Thätigkeiten in gleichem Grade. Ein solcher Stab frei aufgehängt richtet eine seiner breiten Flächen nach Norden, die Andere nach Süden; die beiden Endpunkte zeigen nach Ost und West. . . ." Von dem wenigen blos Historischen bei Brugmans abgesehen, hat noch kein Physiker sich mit dem Transversal-Magnet beschäftigt; man hielt den Gegenstand für unfruchtbar und ohne Anwendung."

Der Zustand des Magnetismus in einem solchen Transversal-Magnet entspricht noch genauer dem Schliessungs-Drahte der Rotations-Kette, als die magnetische Beschaffenheit einer aus zwei entgegengesetzt liegenden Longitudinal-Magneten zusammengesetzten Magnetnadel es thun kann, da die Wirksamkeit der letztern hauptsächlich nur auf ihre Enden beschränkt, und nicht wie bei jenem gleichmäfsig über ihre ganze Länge verbreitet ist. In der That findet sich auch in dem Verhalten, in den zuvor angegebenen Fällen, „völlige Identität zwischen einem electro-chemischen und diesem künstlichen, mit transversaler Polarisation begabten Magnete." — Bei dem folgenden Verhalten tritt dagegen, nach Hrn Erman, zwischen beiden durchaus eine so wesentliche Verschiedenheit ein, als hätten sie nichts Gemeinschaftliches." Wenn man nämlich den Magnetstab statt ihn über, oder unter dem im Bogen geführten Schliessungs-Drahte, da wo er sich zurückbiegt, (über *a b*, oder unter *d c* Fig. 5) zu halten, *zwischen* die beiden über einander hinlaufenden *Schenkel* (*a b*, *c d*) des Schliessungs-Drahtes bei un-

veränderter Richtung bringt, so sind sogleich die Erscheinungen umgekehrt. „Wo der *aufserhalb* des Schliefsungs-Bogens angebrachte Nordpol eine östliche Abweichung gab, bewirkt der *innerhalb* des Schliefsungs-Bogens angebrachte eine westliche Abweichung; die in jenem Fall von einem Magnetpol angezogene Seite des Schliefsungs-Drahtes, wird in diesem Fall von demselben Pole bei derselben Richtung abgestofsen, kurz alles ist umgekehrt, und zwar ebenfalls ganz constant. Merkwürdig ist, dafs alle Einwirkungen von innerhalb viel kräftiger und fast doppelt so stark als die von aufserhalb sind," [weil dann der Magnet-Pol auf 2 mit einander vereinigte Transversal-Magnete übereinstimmend wirkt. *G.*] „daher bei geringen Intensitäten diese Application zu empfehlen ist. . . ."

Nach Hrn Erman verläfst uns hierbei „die Analogie mit einem transversalen magnetisirten Stabe gänzlich, indem man mit einem auf die *gewöhnliche* Weise transversal magnetisirter Stab diesen Gegensatz von *aufserhalb* und *innerhalb* [des Schliefsungs-Bogens] durchaus nicht nachzuahmen vermöge. „In der That, fügt er hinzu, man nehme eine transversal gestrichene Uhrfeder, stelle eine Bouffolen-Nadel darauf, und merke sich die Abweichung der Nadel, die daraus entsteht; dies sey das Aequivalent des Falles *aufserhalb* des Bogens. Nun krümme man die Feder [bei unveränderter Lage der auf ihr stehenden Bouffole] und führe sie im Bogen über sich selbst zurück, die Bouffole umfassend, (dies ist der Fall *innerhalb* des Bogens); man wird keinen Unterschied in der Abweichung finden." „Also scheint, fügt Hr. Erman hinzu, der bei der chemischen Kette so wichtige Gegensatz von inner-

halb und *auſserhalb* des Bogens kein Analoges zu finden bei dem künſtlich transverſal polariſirten Stabe; und folglich wäre die ganze Parallelisirung beider ein bloſses Spiel geweſen, und zwar ein ſehr verderbliches, indem es nur auf Abwege führen könnte.“

Wie man ſieht, iſt hier von der Erſcheinung am Rotations-Apparate die Rede, welche mit derjenigen bei den gewöhnlichen Oerſted'ſchen Verſuchen analog iſt, die jedem gleich zuerſt aufzufallen pflegt, daſs nämlich ein im magnetiſchen Meridian feſtſtehender Schlieſsungs-Leiter, die Magnetnadel nach entgegengeſetzten Seiten aus dem magnetiſchen Meridiane ablenkt, je nachdem man ſie *über* oder *unter* ihn ſtellt. Bei übereinſtimmender Lage (z. B. in beiden Fällen des Magnets über dem Schlieſsungs-Leiter, das Nordende deſſelben nach Norden gekehrt) wird zwar der Rotations-Apparat von dem Magnet-Pole nach entgegengeſetzter Seite, als der Magnetnadel gleicher Pol von dem Leiter, abgelenkt; für ſich aber weicht der Leiter des Rotations-Apparats nach entgegengeſetzten Richtungen aus dem magnetiſchen Meridiane, wenn der Magnet über ihn und dann unter ihn in gleicher Richtung gehalten wird, wie das mit der Magnetnadel der Fall iſt, die man über und dann unter den feſten Schlieſsungs-Draht bringt. Der Beweis, daſs dieſer am Rotations-Apparate wahrgenommene Gegenſatz ſich mit einem Transverſal-Magnete nicht nachahmen laſſe, hätte wohl nicht mit einer unbeweglichen transverſal-magnetiſirten Uhrfeder und einer Magnetnadel, ſondern mit einer in dem Rotations-Apparate nach Art des Schlieſsungs-Drahtes angebrachten transverſal-

magnetisirten Uhrfeder und einem Magnetstabe sollen geführt werden.

„Ich bin so fest überzeugt, äufsert sich Hr. Erman, dafs der Gegensatz von *innerhalb* und *aufserhalb* gerade das Wichtigste bei dem Phänomen der chemischen Kette ist, dafs ich davon ausgehe, jede physische Theorie, welche für diesen Umstand keine Erklärungs-Momente hat, verdiene keine Widerlegung. Wenn ich also dennoch so grofse Erwartungen von einer Parallelisirung der chemisch-magnetischen Kette mit dem transversal-gestrichenen Magnet hege, dafs ich trotz allem Skepticismus mich ermuthigte sie vorzutragen, als eine ernste Widerlegung verdienend; so geschah es, weil ich auf diesem, und zwar nur auf diesem Wege, (und erst nach einer bedeutenden weiterhin aus einander zu setzenden Modification der Construction der transversalen Polarisation), den Gegensatz von innerhalb und aufserhalb begreiflich fand."

Herrn Erman's Rotations-Apparate vermögen bei ihrem grofsen Gewicht und der daher nicht zu vermeidenden ansehnlichen Windungskraft der Drähte, an denen sie hängen, nicht einer den andern durch die Anziehung oder Abstofsung, welche ihre Schliefsungs-Leiter auf einander ausüben, in drehende Bewegung zu versetzen. „Oft hing ich, heifst es S. 29, zwei solche chemisch-magnetische Ketten, die jede einzeln entschieden auf den Magnet reagirte, neben einander, oder hielt eine mit der Hand an die Stelle der andern, wo eben ein schwacher Magnet sie in Bewegung gesetzt hatte, fand aber nie Anziehung oder Abstofsung...." Dafs diese indefs wirklich Statt finden,

hat Herr Ampère mittelst der sehr viel leichteren und beweglicheren, auf Spitzen ruhenden Schliefsungs-Drähte seiner Apparate aufser allem Zweifel gesetzt; und zwar erfolgen sie gerade so, wie transversal-polarisirte Schliefsungs-Drähte sie zeigen müssen, indem die Drähte bei übereinstimmender Polarisirung von der Seite her (beim sogenannten Strömen der Electricität nach einerlei Richtung) sich anziehen, bei entgegengesetzter sich abstofsen, da in jenem Fall ungleichnamige, in diesem gleichnamige Pole beider einander zugewendet sind. Was also Hr. Erman für den Fall folgert, dafs diese Anziehungen und Abstofsungen überhaupt nicht Statt finden sollten, „über das chemisch bedingte Agens dieser Versuche, das dann noch nicht Magnetismus selbst, sondern eine Modification der Electricität wäre . . .“ fällt demnach fort; und das um so mehr, da er selbst bemerkt: „dafs aber die chemische Kette in der That ein schon fertiger, nicht blos ein virtueller Magnet sey,“ und dafs sie von allen äufsern Einwirkungen unabhängige magnetische Polarisation besitze, beweise sich *offenbar* durch das ihr zukommende Vermögen, unmagnetisches Eisen anzuziehen, und *magnetische Figuren* zu bilden.“

Um diese Figuren zu erhalten mufs der Leiter schmal, die Ladung der electrisch-chemischen Kette möglichst stark, und das Eisen zu einem so feinen Staube zerrieben und lävigirt seyn, dafs, wenn man es auf Oehl schwimmend über einen Magnet stellt, die feinsten Dendriten entstehen, ohne dafs etwas zu Boden fällt. Man bedeckt den schliefsenden Leiter mit einem sehr glatten Papier, überfiebt ihn leicht mit dem feinen Eisenstaube durch zarten Mouffelin, und

kömmt dann durch ſehr gelinde Erſchütterungen der Bildung der Figuren zu Hülfe. Die Figuren haben viel Aehnlichkeit mit den von einem transverſal magnetiſirten Stabe herrührenden bei Brugmans (Philoſ. Verſ. üb. die magnet. Materie, überſ. von Eſchenbach, Leipz. 1784. Fig. 11) die hier auf Taf. VIII in Fig. 7 abgebildet ſind. „Und da dieſe Reihen von Eiſenſtaub aus lauter kleinen aneinander hängenden Magneten beſtehen, bemerkt Hr. Erman, die ſich bei einiger Maſſe als ſolche, wenn man ſie aus der Kette hebt, zeigen, ſo iſt kein Zweifel, daſs bei kräftigeren Apparaten ſich auch gröſsere Eiſenmaſſen durch den Leiter werden in wirkliche Magnete verwandeln laſſen, wenn man ſie der transverſalen Polariſation entſprechend behandelt. Dieſe Klaſſe von Unterſuchungen verſpricht ſehr wichtige Ausbeute.“ [Vergl. oben S. 381. *G.*]

Ein ſehr ſtarker Magnetpol, den man dem gleichnamigen Pole eines viel ſchwächeren Longitudinal-Magneten nähert, kehrt dieſen um und zieht ihn an. In dem Rotations-Apparate fand Hr. Erman hiervon nie eine Spur; ganz unverhältniſsmäſsig ſtarke Magnete wirkten auf ihn nur ſchneller und ſtärker, brachten aber nie da, wo normale Abſtoſsung vor ſich gehen ſollte, Anziehung hervor. Wie ſich in dieſer Hinſicht der Transverſal-Magnet verhält, hat Hr. Erman, ſo viel ich ſehe, nicht unterſucht. Für ſeinen ſogenannten chemiſch-electriſchen Leiter ſetzt er aber den Grund dieſer Verſchiedenheit vom Longitudinal-Magneten, „in der ſteten Erneuerung derſelben Bedingung, während des electriſch-galvaniſchen Proceſſes, wodurch trotz aller äuſseren Störungen in jedem

Augenblick dieſelbe Vertheilung der Kräfte wieder eingeführt oder feſt gehalten wird.“

2. Verſuche mit einer Neigungs-Nadel, und Theorie diagonaloïder Polariſation.

Herr Erman beſchäftigt ſich in dem zweiten Abſchnitte ſeines Werkes mit dem Einfluſſe des einfachen galvaniſch-electriſchen Kreiſes auf die *Neigungs-Nadel*, wobei ihm ein Le Noir'ſches Inclinatorium zu Gebot ſtand. Er ſtellte damit Verſuche in der Ebene des magnetiſchen Meridians, und in einer auf derſelben ſenkrecht ſtehenden Vertikalebene an. In jener ſenkt ſich zu Berlin die Nordhälfte der Nadel 69°, in dieſer bekanntlich überall 90° unter der Horizontallinie, in jener von der ganzen magnetiſchen Kraft der Erde, in dieſer nur von dem lothrecht wirkenden Theil derſelben angetrieben. Die Ergebniſſe ſind in beiden Fällen der Art nach übereinſtimmend, in der Gröſse aber ſind die einzelnen Verſuche ſehr anomal, doch kömmt es auf dieſe hier nicht an. Nachdem die eine der beiden runden Glasſcheiben, zwiſchen welchen die Neigungs-Nadel ſchwebt, herausgenommen war, wurde auf der andern ein Metallſtreifen ſo angebracht, daſs er ſich der Nadel parallel, oder dieſe Richtung unter jeden beliebigen Winkel durchkreuzend, ſtellen lieſs. Die hervorſpringenden Enden des Streifen wurden durch ähnliche Streifen, der eine mit einem groſsen ſilbernen Becher, der andere mit der in dieſem Becher in ſtark verdünnter Salzſäure befindlichen Zinkplatte verbunden. Um zu jedem Verſuche *auſserhalb* des leitenden Bogens, einen *innerhalb* deſſelben zu haben, wurde dem erſten Metallſtreifen paral-

del ein zweiter an der entgegengesetzten Seite der Nadel, so dass diese zwischen beiden schwebte, angebracht, und bald an dem *oberen*, bald an dem *unteren* Ende mit dem ersteren verbunden, indess das andere Ende der beiden Streifen das eine mit dem Silberbecher, das andere mit der Zinkplatte in leitende Gemeinschaft gesetzt wurden. Dass Herr Erman die Zuleitung von *dem Zinke her* die *positive* nennt und ihre Wirksamkeit der + E zuschreibt, im Widerspruche mit der Voltaischen Ansicht und der ihr entsprechenden, von Herrn Ampère, von mir, und fast allgemein angenommenen Bezeichnung, habe ich schon oben bemerkt. Um der Verwirrung zu entgehen, in die man sich dadurch fast unvermeidlich verstrickt, übersetze ich das Resultat seiner Versuche in unsere Ansicht und Sprache.

Herr Erman erklärt sich über die von mir hier in Anspruch genommene Bestimmung S. 45 folgendermassen: „Zwar können wir zur Zeit noch nicht mittelst der Electrometer nachweisen, dass in dem Theil des Leiters, der der innern Fläche des Bechers näher liegt, ein Vorwaltendes + E, und am Entgegengesetzten ein Vorwaltendes — E Statt findet; wir finden aber doch, dass die dem positiven Metall näher liegende Strecke überall ganz andere Erscheinungen giebt, als die dem negativen näher liegende, ... und es ist *mehr wie wahrscheinlich*, dass diese specifische Eigenschaft beider Theile des Leiters in einem bestimmten ursachlichen Zusammenhang mit dem Umstande ist, nach welchem sie sich ausschliesslich richtet; und dass also der Theil der zunächst vom positiven Metall kommt, und

eine gewiſſe ſpecifiſche Thätigkeit *nur, weil und in ſo fern er vom poſitiven Metall mehr als vom negativen herſtammt*, äuſsert, — dieſe Thätigkeit auch nur aus dem Grunde hat, weil er der poſitiven electriſch-chemiſchen Thätigkeit in einem höhern Grade theilhaftig iſt, als der vom negativen Metall herſtammende Theil des Leiters.“ Ich geſtehe frei, daſs mir bei dieſer Gedankenfolge noch zu vieles im Dunkeln zu liegen ſcheint, und daſs, bevor nicht Hr. Prof. Erman, (für deſſen Scharfſinn, Ausdauer und Gewandtheit im Experimentiren ich nicht leicht eine Aufgabe für zu ſchwer halte), uns überzeugend wird dargethan haben, daſs dieſe Anſicht wenigſtens eben ſo viel für ſich hat als die Voltaiſche, ich die letztere, auch wenn ſie noch mancher Modification bedarf, vorziehe.

Es wird genügen, wenn ich hier blos die Verſuche in Taf. 1 anführe, welche angeſtellt wurden, als die Vertikal-Ebene, in der die Inclinations-Nadel frei ſchwingt, *ſenkrecht auf den magnetiſchen Meridian geſtellt* war, die Nadel alſo lothrecht, mit dem Nordpol zu unterſt, ſtand. Bei den Verſuchen mit *einem* Leiter war der Metallſtreif ihr parallel, (alſo ebenfalls lothrecht), und zwar einmal ihr in *Süden*, dann ihr in *Norden;* und die beiden Zuleiter waren einmal ſo geführt, daſs die Nadel ſich *auſserhalb*, dann ſo, daſs ſie ſich *innerhalb* des galvaniſchen Bogens befand, (indem ſie über und unter ihr weggingen). Das mit dem Zink verbundene Ende des Streifens bezeichne ich mit *A*; es trat alſo an dem andern der electriſche Strom ein nach Volta's und meiner Anſicht. Der auf e ſtehende Nordpol der Inclinations-Nadel ſoll nach Herrn *Erman's* Tafel folgende Ablenkungen gezeigt haben:

der Streifen war		+ E trat also ein in den Streifen	Ablenkung der Nadel, als sie war: ausserhalb	innerhalb d. galv. Bog.	
in Süden	A oben;	unten	$6\frac{1}{2}$° W	8° W	(a)
	unten;	oben	5 O	$8\frac{1}{2}$ O	(b)
in Norden der Nadel	A oben;	unten	6 W	9 W	(c)
	unten;	oben	$5\frac{1}{2}$ O	8 O	(d)

Denkt man sich in der Richtung des sogenannten electrischen Stroms, (sey auch ein solcher Strom nur eine Fiction), wie er durch diese Bedingungen bestimmt wird, (in *a* und *c* heraufwärts, in *b* und *c* herabwärts durch den der Nadel parallelen Metallstreifen fliessend) das Gesicht nach dem Nordpol der Nadel gewendet, so hat man in den Fällen *a* und *b*, *Norden* vor sich; es weist dann also das *Links*, wohin der Nordpol der Nadel, Hrn Ampère's und meiner Regel zu Folge, jedesmal von dem electrischen Strome abgelenkt wird, in *a* nach *Westen*, in *b* nach *Osten*, und diesem entsprechen die vier obern Versuche der Erman'schen Tafel. In den Fällen *c* und *d* hat man dagegen *Süden* vor sich, weist also das *Links* im Fall *c* nach *Osten*, im Fall *d* nach *Westen*. Hrn Erman's Tafel giebt aber für den ersten Fall *Westliche*, für den zweiten *Oestliche* Ablenkung, die Nadel mochte ausserhalb oder innerhalb des galvanischen Bogens seyn. Dieses muss daher auf einem Irrthum beruhen, da die Regel zu gut bewährt ist. Und doch kömmt dasselbe in Tafel II bei den Versuchen mit der im magnetischen Meridian frei schwingenden Inclinations-Nadel gerade wieder vor. Aus dem folgenden, was Hr. Erman S. 43 zur Erläuterung dieser Versuche sagt, muss ich hier *Schreibfeh-*

ler vermuthen *): „Betrachten wir dieſe Tabelle I, ſo leuchtet ein, daſs einer ihrer *Gegenſätze* kein reeller iſt, ſondern nur durch einen Mangel der Bezeichnung entſteht, welche eine Identität in der Wirkung durch zwei entgegengeſetzte Benennungen ausdrückt. ... Des im *Süden* ſtehenden Leiters weſtlicher Rand entfernt die Nadel nach *Weſten;* dieſelbe Relation von Abſtoſsung bleibt in allen Azimuthen, wenn man das ganze unverrückte Syſtem der Nadel und Leiter gemeinſchaftlich dreht. Iſt aber das Syſtem um 180° gewendet worden, ſo heiſst der Rand des Leiters, der früher der *weſtliche* war, nunmehr der *öſtliche*, und folglich die Richtung der unverändert gebliebenen Elongation der Nadel heiſst nun eine *öſtliche*.“ In der Tafel aber ſteht hier überall *weſtliche*.

Zwiſchen *zwei* lothrechten *Leitern*, die an ihrem einen Ende mit einander, und an ihren andern Enden einer mit dem Zinke, der andre mit dem Silberbecher verbunden wurden, waren die Ablenkungen des Nordpols der Nadel vom o Punkte wie folgt:

als + E eintrat an des Leiters

	in Norden	in Süden von der Nadel
oberes Ende	11° W (*a*)	$10\frac{1}{2}$° O (*c*)
unteres Ende	$10\frac{1}{2}$ O (*b*)	$10\frac{1}{2}$ W (*d*)

*) Oder ſollte vielleicht die Beſchaffenheit des Apparats Hrn Erman veranlaſst haben, dieſe Verſuche mit *einem* Leiter in *Norden* der Nadel nicht mit dem Silberbecher, ſondern mit einer Silberplatte anzuſtellen, und dabei ſtatt des Strömens im electromotoriſchen Apparat die entgegengeſetzte im Schlieſsungs-Draht ins Spiel gekommen ſeyn, und entgegengeſetzte Ablenkungen bewirkt haben?

Meine und Hrn Ampère's Regel giebt, wenn man sich in dem in *a* und *c* herabwärts, in *b* und *d* heraufwärts fliefsenden Strom mit dem Gesichte in *a* und *b* nach Süden, in *c* und *d* nach Norden gewendet denkt, das *Links* in *a westlich*, in *b östlich*; in *c östlich*, in *d westlich*, und eben so giebt Hrn Erman's Tafel die Ablenkungen an, die in diesem Fall fast die doppelten der vorigen wegen der Verdoppelung des Leiters sind.

3. Theorie diagonaloider Polarisirung.

Bringt man in diesen Versuchen mit der Inclinations-Nadel an die Stelle des lothrechten Streifens, der, so lange er sich in dem einfachen geschlossenen, galvanisch-electrischen Kreise befindet, sich als Transversal-Magnet äufsert, einen „durch gleichförmiges Streichen parallel mit seinen Seitenflächen transversal magnetisirten Stahlstab," so läfst sich mit diesem, behauptet Hr. Erman, der Gegensatz des + E *oben* und des + E *unten* [wodurch die Transversal-Pole in jenem umgekehrt werden] nicht nachahmen. — [Ob aber nicht bei Umkehren des Transversal-Magnets, so dafs seine Pole in denselben Richtungen bleiben als zuvor, mehr der Fall nachgeahmt wird, dafs man den Metallstreifen blos umkehrte, die + E aber nach wie vor von unten oder von oben her eintreten liefse?] „Dagegen würde sich, heifst es S. 47, die Disjunction zwischen *Oben* und *Unten* völlig darstellen lassen mit einem Stahlstabe, der so gestrichen wäre, dafs er zwar an zwei entgegengesetzten Seitenflächen blos nördliche und blos südliche Polarität, in den Querschnitten aber beide Thätigkeiten in verschiedener Ausbreitung vertheilt enthielte, so dafs die Nullpunkte der transversalen Mo-

mente eine die Axe durchſchneidende und gegen die Seitenfläche geneigte Linie (*Diagonaloïde* von Herrn Erman genannt) bildeten, wie *ſie* in Fig. 8, wo man ſich an *BD* das poſitive, an *AC* das negative Metall anliegend denken muſs. In einem ſolchen *diagonaloïden Magneten* würde an dem einen Ende (*BD*) die poſitive, an dem entgegengeſetzten (*AC*) die negative Thätigkeit vorwalten, und jede derſelben würde in dem Stabe in dem Maaſse an Ausbreitung abnehmen, als der Querſchnitt weiter von dem Ende, wo das Maximum derſelben iſt, ab liegt. „Mag es auch ſchwer ſeyn einen Stab oder beſſer eine breite Uhrfeder ſo mit einem Magnete zu ſtreichen, daſs ſie eine ſolche *diagonaloïde Polariſation* wirklich zeige, ſo iſt es doch gewiſs nicht unmöglich; und vor der Hand genügt das bloſse Bild.“ Daſs, wenn man einen ſolchen Stab umkehrt *mit Beibehaltung aller vorigen Richtungen*, [aber gerade das iſt eine hinzugethane Bedingung, an die der galvaniſch-electriſche Metallſtreif nicht gebunden iſt] das nun unten befindliche Ende deſſelben die Nadel nach entgegengeſetzter Richtung als zuvor ablenken muſs, fällt in die Augen. „Wir hätten demnach, fügt Hr. Erman hinzu, den Gegenſatz von + E *Oben* und + E *Unten* denkbar gemacht, durch die Annahme einer nicht blos transverſalen, ſondern diagonaloïd-transverſalen Polariſation des chemiſch-electriſchen Leiters.“

Es iſt nur die Frage: „Durch welche uns bekannte Eigenſchaften des electro-chemiſchen Agens läſst ſich die transverſale Bipolarität des Leiters in der Kette denkbar machen? und welches ſind „*die phyſiſchen Urſachen, die den chemiſch-galvaniſchen Leiter mit diagonaloïder Polariſation darſtellen?*

Bei der Beantwortung dieſer intereſſanten Frage geht Hr. Erman von dem electriſchen Zuſtande eines *ſchlechten*, einen galvaniſch-electriſchen Kreis ſchlieſſenden Leiters aus. Von dieſem hatte Hr. Erman in ſeinem frühern galvaniſch-electriſchen Verſuche (Annal. J. 1802. B. 10) nachgewieſen, daſs er „electriſch-longitudinal bipolar iſt," das heiſst, daſs die an dem poſitiven Metall anliegende Hälfte *poſitiv*, die an dem negativen anliegende *negativ* electriſch iſt, mit abnehmender Stärke nach der Mitte zu, wo ſich der Differenz- oder Null-Punkt befindet. Dieſe Bipolarität iſt deſto minder deutlich, je mehr die Leitungs-Fähigkeit zunimmt, und bei einem metallenen Leiter konnte Hr. Erman durchaus keine Spur davon mehr entdekken. Da aber gerade dann „der innigſte Conflict von poſitiv und negativ im Chemismus eintritt," und ein guter Leiter die volle Energie der chemiſchen Wirkungen nur in ſo fern bedingen kann, „als er die Strömungen oder Spannungen (auf das Bild kömmt es nicht an) *beider* Thätigkeiten mit gleicher Energie neben einander trägt oder beſchleunigt;" ſo muſs, ſchlieſst Herr Erman, dieſer Leiter oder Vermittler nothwendig, ſo lange der Conflict dauert, auf irgend eine Weiſe Theil daran nehmen. Daſs man den electriſch-polariſchen Gegenſatz, wie bisher, ausſchlieſslich an ſeinen Längen-Dimenſionen ſuchte, darin lag der Grund, daſs man ihn nicht nachweiſen konnte, und man behauptete daher er ſey o, obſchon es unbegreiflich war, daſs der Zuſtand von o E gerade durch den ſtärkſten Gegenſatz beider Thätigkeiten bedingt werde. Erſt Herrn Oerſted's Entdeckung öffnete uns die Augen, und zeigte, daſs an jedem Punkte des

ſchlieſsenden Metall-Leiters wirklich der ganze Gegenſatz vorhanden iſt, mit einer Spannung (?), wie ſie bei zwei einander ſo nahe gerückten und ſo kräftig ſich anziehenden Weſen, die doch immerfort getrennt bleiben müſſen, zu erwarten iſt. „Daſs Oerſted von der Magnetnadel ablas, was uns noch kein Electrometer anzugeben vermochte, und daſs er die Umwandlung der Electricität in ein *x*, oder in den Magnetismus ſelbſt erblickte, iſt ein ganz auſserordentliches Glück, wie es in langer Zeit keinem andern zu Theil werden wird.“

Nun aber iſt es offenbar, daſs, wenn in dem metallnen Schlieſsungs-Leiter des galvaniſch-electriſchen Kreiſes Bipolarität in beſtimmter Beziehung auf das poſitive und negative Metall (die beiden Pole) entſtehen muſs, und doch keine longitudinale Bipolarität ſtatt findet, keine andre als *diagonaloïde Polariſation* in einem ſolchen Leiter vorhanden ſeyn kann. „Der überſchwänglich gute Leiter überträgt einen geringen und zurückgedrängten Antheil der poſitiven Thätigkeit bis an das entgegengeſetzte Ende und an den Sitz des negativen Effects, und umgekehrt; aber überall iſt transverſale Polarität, überall muſs *irgend eine* Seitenfläche ganz den poſitiven, die *entgegengeſetzte* ganz den negativen Werth haben.“

„Man muſs ſich jedoch wohl hüten die Diagonaloïdal-Polariſation ſo zu verſtehen, als beziehe ſie ſich lediglich auf die Oberfläche des Leiters. Es iſt hier die Rede von Kräften, welche von dem Leiter aus anziehend und abſtoſsend *in die Ferne* wirken, daher Fig. 8 nicht blos die Vertheilung und Richtung dieſer Kräfte an der Fläche des Leiters, ſondern innerhalb des gan-

zen den Leiter umgebenden Raumes darſtellt, ſo weit die Wirkungen deſſelben ſich erſtrecken. Sie iſt alſo für einen Längen-Durchſchnitt des Leiters ſammt ſeiner ganzen Wirkungsſphäre zu nehmen. Die Querlinien drücken die Richtungen und die verhältniſsmäſsigen Intenſitäten beider, von dem Leiter ausgehenden Thätigkeiten aus. Bei gröſserer Energie ſind die Querlinien verhältniſsmäſsig gröſser.“ Herr Erman empfiehlt „diagonaloïd gefärbte Papierſtreifen, um Fälle des electriſch-chemiſchen Magnetismus zu conſtruiren.“

Aber was beſtimmt die Vertheilung der Kräfte innerhalb der Wirkungsſphäre des metallnen Schlieſsungs-Leiters des galvaniſch-electriſchen Kreiſes *nach der dritten Dimenſion*? Oder mit andern Worten, was beſtimmt die Lage der durch transverſale Polariſation poſitiven oder negativen Seite? Hierfür von den bekannten Eigenſchaften der electriſchen Thätigkeiten Beſtimmungen abzuleiten, iſt uns nun noch übrig. . . .

„Um den Thatſachen nicht vorzugreifen, haben wir bisher, ſagt Hr. Erman, zwei ſehr weſentliche Beſtimmungs-Elemente ganz aus der Acht gelaſſen, aus denen vereint ſich dieſe Beſtimmung in Hinſicht der dritten Dimenſion ganz ungezwungen ergiebt. Nämlich, *erſtens* den Umſtand, daſs die galvaniſche Kette nie anders geſchloſſen werden kann, als *kreisförmig*, oder vielmehr in ſich zurücklaufend; und *zweitens* die *ſpecifiſch-verſchiedene Expanſibilität der beiden electriſchen Thätigkeiten*, wie ſie ſich in den Lichtenbergiſchen Figuren, in dem Unterſchiede des Spitzen-Lichts, in der Verſchiedenheit des poſiti-

von und des negativen Funkens, in dem neuerlich von mir wahrgenommenen reziproken Gegensatze beider Thätigkeiten an der aphlogistischen Lampe, und in den Tremery'schen Versuchen u. s. f., factisch ergiebt. "

Zwei an Elasticität specifisch verschiedene Thätigkeiten werden sich an einem und demselben *gebogenen* Leiter stets so vertheilen, dass die spannbarste, die expansiblere, den grössten elastischen Widerstand leistende, das ist die *positive*, an die *äussere* Krümmungsfläche rückt, die bei gleicher Intensität mit einer geringeren specifischen Spannung begabte, die *negative*, dagegen ihren Sitz an der *innern* Krümmungsfläche habe. Hr. Erman sucht dieses an dem Beispiele eines Kanals zu erläutern, in welchen zu gleicher Zeit von der einen Seite her Wasser, von der andern Quecksilber mit gleichem Druck hinein gedrängt werden. Er glaubt, beide würden eine diagonaloide Gestaltung wie in Fig. 4 annehmen, besonders in den ersten Augenblicken des Impulses; und in einer gekrümmten Röhre, wie Fig. 9, werde bestimmt das Quecksilber an der äussern, das Wasser an der innern Krümmung des Bogens gedrängt werden, indem „in diesem Fall durch den *Schwung* die Ebene, in welche die Diagonaloide als gekrümmte *Fläche* zu liegen kömmt, genau und constant bestimmt werde." „Für eine *einzige* in einem gebogenen Leiter vertheilte Thätigkeit ist, Hrn Erman's Behauptung zu Folge, die Bedingung des Gleichgewichts: grössere Spannung an der äussern als an der innern Krümmungsseite des Leiters; denn der Durchbruch, wenn das Gleichgewicht gehoben wird, geschieht nicht nach den einwärts gehenden Krümmun-

gen und den einſpringenden Winkeln. Die Kräfte, die den gröſsten Widerſtand zu leiſten fähig ſind, gehören alſo dahin.“ Aus dieſer durch alle Thatſachen beſtätigten Analogie folgert Hr. Erman den obigen Satz für die Vertheilung zweier ſpecifiſch verſchiedenen Thätigkeiten in einem gebogenen Leiter. Er glaubt ſelbſt noch weiter gehen und die Behauptung aufſtellen zu dürfen, es müſſe in einem gebogenen Metall-Cylinder, der den galvaniſch-electriſchen Kreis ſchlieſst, da wo es an dem poſitiven Metall anliegt, „das zurückgedrängte + E eine gröſsere Wölbung als die des Querſchnitts des Drahtes haben, um durch ſtärkere wechſelſeitige Repulſion und ſtärkere Convexität mehr Widerſtandskraft gegen + E zu erhalten, und ſo die ganze Atmoſphäre des Leiters gleichſam ein ellipſoidiſcher Cylinder ſeyn, wo der nach innen liegende negative Antheil etwas excentriſch vorſpringt, den Mittelpunkt der Thätigkeit aber nicht in der Ebene durch den Schlieſsungs-Draht (die Herr Erman nicht ganz paſſend die Krümmungs-Ebene nennt) habe, weil die überall im Innern des Bogens (im gebogenen Schlieſsungs-Draht nach innen) ausſchlieſslich waltende negative Thätigkeit, ſich ſelbſt durch wechſelſeitige Repulſion von dieſem Innern etwas nach Aufsen ſeitwärts zurückdränge.“ Fig. 10 iſt ein Querſchnitt der Wirkungsſphäre des Schlieſsungs-Drahts und des poſitiven Endes, wie Hr. Erman ſie ſich denkt; + E nimmt die Fläche BAD, — E die Fläche $BECDB$ ein, BD iſt die Diagonaloide, AC die auf ihr ſenkrecht ſtehende groſse Axe des Querſchnitts. — Ich fürchte, mathematiſche Phyſiker möchten gegen dieſe Vorſtellung ſowohl, als gegen die Erläute-

rungen und Beweisführungen manches einzuwenden haben. Hr. Erman hofft zwar, es werde sich die Lage der grofsen Axe der elliptischen Querschnitte, der von ihm ellipsoidisch gedachten Wirkungssphäre des Leiters, (und dadurch also die Lage seiner diagonaloiden Ebene) durch Berechnung aus den Bedingungen des Gleichgewichts für electrische Thätigkeiten an gebogenen Leitern finden lassen; allein in seinem ganzen Raisonnement fehlt Rücksicht auf das, was zur Grundlage aller bisherigen Berechnungen über Vertheilung von Electricität längs Leiter gehört, nämlich auf den die Electricität an der Oberfläche des Leiters bannenden und festhaltenden Widerstand der Luft als Nichtleiter. ... „Die Frage nach der dritten Dimension der diagonaloiden Ebene, fügt Herr Erman hinzu, oder nach der wahren Stellung der grofsen Axe des ellipsoidischen Cylinders gegen die Krümmungs-Ebene des Bogens [Ebene durch den gebogenen Schliefsungs-Draht], ist die wichtigste von Allen, aber auch die schwierigste; ... sie wird hauptsächlich bedingt durch die Stellung und Richtung der übrigen Theile des Bogens, und durch die Art, wie man den electrischen Kreis schliefst, ... welches sehr wandelbare Elemente sind, jedoch nur ein innerhalb gewisser Gränzen fluctuirendes Schwanken bedingen." Was Herrn Erman hier noch fehlte, das, glaubt er, haben ihm die Forschungen in dem folgenden Abschnitte gebracht.

4. Versuche mit der Abweichungs-Nadel, und weitere Ausbildung der Theorie diagonaloider Polarisation.

Hr. Erman schränkt sich in dem *dritten Abschnitte* seiner Abhandlung, die er den Beobachtungen an der

Abweichungs-Nadel bestimmt, mit Recht auf wenige fundamentale Versuche und die ihm eingenthümlichen Ansichten ein. „Um die Gesetze aufzufinden, nach welchen der chemische Magnet die Abweichungs-Nadel afficirt, ist muss man, erinnert er, grosse Intensität der Wirkungen vermeiden. Coulomb verdankt seine glänzenden Erfolge der Maxime, die electrischen Kräfte in ihren schwächsten Graden zu beobachten, und die Luft, mit dem ich das Glück hatte drei Jahre gemeinschaftlich zu arbeiten, konnte nie Apparate finden, die schwach genug waren.“ Ein silberner Becher der 1 Pfund Wasser fasst, gefüllt mit 1 Th. Salzsäure auf 6 Theilen Wasser, mit Zink und einem schliessenden Metallstreifen versehen, setzt in 3 bis 4 Fuss Abstand vom Leiter Boussolen-Nadeln, die nicht zu träge sind, in Bewegung. Statt des Silberbechers und des Zinks bediente sich Hr. Erman auch zweier Platten, Kupfer und Zink, zwischen welche er eine stark gefilzte ungeleimte Pappe legte, die durch und durch mit verdünnter Säure genässt war. Hat man sehr grosse Platten, so braucht man sie für gewöhnliche Untersuchungen nur mit einer Auflösung von Kochsalz und Salmiak zu tränken; man hat dann den bedeutenden Vortheil, dass die Wirkung sich viele Tage und Wochen hält, indess die starken Wirkungen, die man mit Säuren hervorbringt, sehr schnell zurückgehen und aufhören.“

„ . . . Ich gestehe, sagt Hr. Erman S. 76, dass auf jeden Fall die Theorie der diagonaloïden Polarisation noch vieler Bearbeitung bedarf, ehe sie hinlangt, das ganze Detail der Erscheinungen in allen Einzelnheiten genau nachzuconstruiren; es fragt sich aber vor

der Hand nur, ob sie von den *wesentlichen* Erscheinungen einen genügenden physischen Grund darbietet? Die wesentlichste Erscheinung bei dem chemischen Magnetismus, die Wurzel gleichsam aller seiner paradoxen Anomalien, ist der Gegensatz, der schon oben unter der ziemlich mangelhaften Benennung von *innerhalb* und von *ausserhalb des* [Schliessungs-] *Bogens* eingeführt worden ist, mit der Bemerkung, er bezöge sich auf die Vertheilung der electrisch-magnetischen Thätigkeit längs dem gebogenen Leiter nicht blos nach seiner Breite und Länge, sondern auch nach seiner dritten Dimension. . . .“ „Die Benennung ist indeß für diesen Gegensatz zu eng. Ein chemischer Leiter zeigt polare Gegensätze an einem und demselben Querschnitt, je nachdem man ihm die prüfende Abweichungs-Nadel von einer Seite oder von der entgegengesetzten darbringt.“ Dieses ist das Allgemeine.

Um einen *Normal-Versuch* wenigstens für einen Punkt des Schliessungs-Bogens, und namentlich für den positiven [d. h. den mit dem Zink verbundenen] Schenkel, möglichst frei von ausserwesentlichen Einflüssen zu erhalten, nahm Hr. Erman einen Schliessungs-Draht, den er von dem Zink ab 2 Fuss lothrecht ansteigen, und erst in einer Entfernung von mehreren Fussen von diesem Schenkel nach *Norden* zu, wieder zum silbernen Becher herabsteigen liess. Der aufsteigende Schenkel ging durch den Mittelpunkt einer horizontalen Pappscheibe, auf welcher sich die prüfende Boussole in jedes beliebige Azimuth stellen liess. Fig. 10 stellt die Einwirkung desselben auf die Boussolen-Nadel in den vier magnetischen Kardinal-Punkten, bei genau gleicher Entfernung des

Mittelpunkts derſelben von dem Drahte dar, wie Herr Erman ſie gefunden hat. Die punktirten Pfeile in *O*, *S*, *W*, *N*, zeigen die Lage des magnetiſchen Meridians, die ausgezogenen den Stand der Bouſſolen-Nadel in dieſen 4 Kardinal-Punkten, wenn der galvaniſch-electriſche Kreis geſchloſſen war, der Schlieſſungs-Bogen ging über *F* fort, und die Kreiſe ſtellen den Querſchnitt der Wirkungs-Sphäre des Schlieſſungs-Drahtes an der Stelle vor, wo er auf die Bouſſolen-Nadel wirkte, Hrn Erman's vorhin erklärten Vorſtellung von der diagonaloïden Polariſation deſſelben gemäſs. „Die etwas ſeitwärts verdrängte Stellung des nach innen gerichteten excentriſchen negativen Segments *ECD*, iſt erſchloſſen aus den relativen Stellungen der Nadel in den 4 Azimuthen, und daraus iſt die Neigung der diagonaloïden Ebene *AEC* gegen die Krümmungs-Ebene des Bogens [die Ebene durch den gebogenen Schlieſſungs-Draht] für dieſen gegebenen Punkt des Leiters beſtimmt.“ Es war die Ablenkung des nördlichen Theils der Nadel

in Oſten 8° *weſtlich*;	in Weſten 8° *öſtlich*
in Süden 22° *weſtlich*;	in Norden 25° *öſtlich*

Iſt nun aber das den Nordpol der Nadel *abſtoſsende* und den Südpol anziehende + E Segment wie *BAD*, und das jenen anziehende, dieſen abſtoſsende — E Segment wie *DCB* geſtaltet, und ſo geſtellt wie die Figur ſie darſtellt, ſo muſste *erſtens* der Unterſchied ihrer Wirkungen auf die Nadeln in O und W bedeutend kleiner ſeyn, als auf ſie in S und N, (auch war in den beiden letzten Lagen einer der Pole dem Wirkungskreis viel näher als in der erſtern), und muſste zwei-

tens in der Westhälfte — E, in der Osthälfte aber +E vorherrschend, und daher der Nordpol als die Nadel in W war, angezogen, als sie in O war, abgestofsen werden, und als sie in S war, westlich, als sie in N war, östlich abgelenkt werden. Das Hervorschwellen des — E Segments, brachte dieses dem Südpol der Nadel, als sie in N stand, näher, als das +E Segment dem Nordpole bei der Lage in S war, daher die gröfsere Ablenkung in N als in S. „Dieser Fundamental-Versuch fällt also nicht ungünstig aus für unsere Ansicht, bemerkt Hr. Erman, und macht es nach Analogie der Lage in S und N, begreiflich, wie die Boussole unter und über dem horizontal geführten Leiter kann entgegen abgelenkt werden, indem sie einmal in den positiven, das andre Mal in den negativen Antheil der Atmosphäre tritt, und diese Antheile durch Beziehungen auf die schiefe Lage der diagonaloiden Ebene entgegengesetzte Abweichungen bedingen müssen.

Nur Mangel an einem Zinkbecher verhinderte Hrn Erman, diesen Fundamental-Versuch an der negativen Seite des Schliefsungs-Drahtes zu wiederholen, um zu sehen, wie dort sich die Sache verhalte. Dafs er aber unter der *positiven* Seite stets das mit dem *Zink*, und unter der *negativen* das mit dem *Silber* verbundene Ende des Schliefsungs-Drahtes versteht, darf man nicht übersehen.

Noch ist ein Umstand übrig, der die Erklärung nicht wenig in das Gedränge bringt. *Ueber* dem *untern* und über dem *obern* wagrechten Arm des Schliefsungs-Drahtes wird die Abweichungs-Nadel, wie bekannt übereinstimmend abgelenkt, und doch befindet *sie sich* über jenem *innerhalb*, über diesem *aufserhalb*

des Schliefsungs-Bogens, müfste alfo, wie es fcheint, Hrn Erman's Anfichten zu Folge, in beiden Fällen entgegengefetzt abgelenkt werden. Vorzüglich auffallend ftellt fich diefe anfcheinende Parodoxie in den Wirkungen des electrifchen Magnetismus dar, wenn man in meinem Apparate, zwei Nadeln zugleich, eine über dem untern, die andre über dem oberen Arme des Zinkftreifen anbringt, oder drei Nadeln zugleich, wie es Hr. Bechftein in den im vorhergehenden Aufsatze unter 2 befchriebenen Verfuche gethan hat. Beide Fälle laffen fich ebenfalls an einer Bouffole darftellen, die über einem Drahte fteht, wenn man mittelft diefes Drahtes den galvanifch-electrifchen Kreis erft über fie weg fchliefst, dann aber den hierbei aufwärts gebogenen Theil des Schliefsungs-Drahtes herabwärts biegt, und den Kreis unter der Bouffole weg fchliefst; da dann die Bouffole, die zuvor innerhalb des Schliefsungs-Bogens war, fich nun aufserhalb deffelben befindet, und doch nach denfelben Seite wie zuvor abgelenkt wird.

„Hier ift, fagt Hr. Erman, dem Anfcheine nach alle Confequenz am Ende. Die Anficht der diagonaloïden Polarifation entdeckt uns jedoch eine fehr wefentliche phyfifche Verfchiedenheit in diefen beiden Fällen; mit der angegebenen entgegengefetzten Art der Schliefsung tritt eine fehr wefentliche Veränderung in der Vertheilung der Thätigkeiten am ganzen Bogen ein.“ Biegt man nämlich einen diagonaloïd-gefärbten Pappftreifen erft über, dann unter die Nadel weg, fo dafs er fenkrecht auf die Verti-

calebene durch die Nadel ſteht, ſo weicht von dieſer Ebene in beiden Lagen die Diagonaloïde nach einerlei Seite, z. B. in beiden nach dem magnetiſchen Oſt ab, muſs alſo in beiden die Magnetnadel nach einerlei Seite des magnetiſchen Meridians zu abgelenkt werden. „Die höchſt paradoxe Erſcheinung, heiſst es S. 89, daſs die Ablenkung dieſelbe bleibt, man mag *über* oder *unter* dem Leiter ſchlieſsen, indeſs ſie zur entgegengeſetzten wird, wenn man die Magnetnadel einmal *über*, das andre Mal *unter* den Leiter ſtellt, iſt offenbar das Räthſelhafteſte in dem ganzen Kreiſe dieſer Erſcheinungen, . . . und der Prüfſtein und Wendepunkt aller Theorien. Sollte ich einige Vorliebe haben für die Anſicht der diagonaloïden Polariſation, ſo iſt es blos, weil ſie ein überſehenes phyſiſches Moment der Verſchiedenheit für zwei anſcheinend entgegengeſetzte und doch daſſelbe Reſultat gebende Combinationen entdeckte.“

Auch wenn man einen Schlieſsungs-Draht ſchraubenförmig um eine Glasröhre windet, wird er, nach Hrn Erman, auf die hier angegebene Weiſe diagonaloïd polariſirt; weil ſich dann aber an dem einen Ende +E mehr an einander drängt, hindet es hier die Wirkung des geringern Antheils — E, und es iſt an dieſem Ende + E (ſo wie an dem entgegengeſetzten — E) vorwaltend und frei. „Man hat dann gleichſam einen Longitudinal-Magnet; . . . dieſes Syſtem von ſonderbaren Eigenſchaften hat aber, wie ich glaube, mehr vom Mechanismus der vielfachen Kette (der Voltaiſchen Säule), als von dem der einfachen Kette.“ — Ein *Condenſator* der electriſch-magnetiſchen Wirkungen, von welchem Hr. Erman noch in einem Nach-

trage redet, beſtätigte ihm dieſe Anſicht auf eine für ihn eben ſo überraſchende als intereſſante Weiſe.

Noch beſchäftigt ſich Hr. Erman umſtändlich mit den Erſcheinungen, welche an der Abweichungs-Nadel vorkommen, wenn der den einfachen galvaniſchen Kreis ſchlieſsende Leiter *die lothrechte Ebene durch den magnetiſchen Meridian ſenkrecht durchſchneidend*, über oder unter einem der Pole der Magnetnadel, z. B. unter dem Nordpole weggeht.

„Bei ſchwacher Intenſität und bedeutender Länge des Schlieſsungs-Leiters“ bleibt dann bekanntlich die Nadel unverrückt im magnetiſchen Meridiane ſtehen. Wenn man ſie aber zum Schwingen bringt, ſo finden ſich ihre gewöhnlichen Schwingungen,

wenn das + E Metall [der Zink] in *Weſten* iſt, *verlangſamt*,
wenn in *Oſten* *beſchleunigt*,

findet alſo offenbar in erſterer Stellung *Abſtoſsung*, in zweiter *Anziehung* nach der Richtung des Erd-Magnetismus Statt. — „Vermehrt man allmälig die Intenſität der Wirkung, entweder durch Verſtärkung der Säure, oder durch Verkürzung des Schlieſsungs-Leiters, ſo nehmen beide Wirkungen immer mehr zu, und es kömmt dann in *erſterer* Stellung (+ E, oder Zink in *Weſt*) die Nadel nicht mehr mit ihrer Nordſpitze in Nord der magnetiſchen Windroſe zur Ruhe, ſondern, je nachdem man ſie öſtlich oder weſtlich aus den magnetiſchen Meridian gedreht hat, bei *nordöſtlichen* oder *nordweſtlichen* (iſt die Intenſität noch gröſser, bei *ſüdöſtlichen* oder *ſüdweſtlichen*) Stellen derſelben, endlich ſelbſt ganz in *Süd*) und in dieſer völligen Umkehrung bleibt ſie, bis die Intenſität der

Wirkung mit der chemiſchen Thätigkeit wieder abnimmt, da ſie dann eben ſo allmälig von Süden nach Norden zurückkehrt. Nichts von allem dem geſchieht in der *zweiten* Stellung (+ E oder Zink in *Oſt*); der Nordpol kömmt dann nur in Norden ohne alle Abweichung zur Ruhe, nur daſs einer leicht beweglichen Nadel eine dreimal kürzere Schwingungszeit ertheilt werden kann.

„Man erhält durch unmittelbare Anſchauung die *Kanten* des Schlieſsungs-Bogens, welche den Nordpol der Nadel anziehen, und die, welche ihn abſtoſsen, wenn man den Verſuch mit einer Zink- und einer Kupfer-Platte, jede 8 bis 12 Zoll ins Gevierte, folgendermaſsen anſtellt. Man verbinde ſie mit einander durch einen an einer ihrer Seitenkanten befeſtigten Stanniol- oder Zink-Streifen, der nur gerade ſo groſs genommen iſt, daſs eine leichte Bouſſolen-Nadel ſich in dem Schlieſsungs-Bogen frei umdrehen kann, lege die beiden Platten in *Oſten*, die *Zink*platte zu *unterſt*, und den Streifen genau in die Richtung vom magnetiſchen Oſt nach Weſt, ſo daſs er die Richtung der Magnetnadel, die über dem untern Arme deſſelben ſteht, ſenkrecht durchkreuze. Die Zinkplatte bedecke man mit einer in verdünnter Säure gehörig genäſsten gleich geſtalteten Pappe, und halte die Kupferplatte ſchräg geneigt darüber. In dem Augenblicke, wo man dieſe, wie den Deckel eines halb geöffneten Buches auf die feuchte Pappe niederläſst, „und dadurch den Conflict beider Metalle plötzlich einleitet,“ bekömmt die Nadel einen Impuls, der ihr Nordende plötzlich gegen Süden fliehen und gewöhnlich mehrere Umläufe vollenden *macht*. Man öffne während dieſes Laufs den Kreis

durch Aufheben der Platte, und ſchlieſse ihn genau in dem Zeitpunkte wieder, *einmal* wenn die Nadel ſich dem *ſüdlichen* Rande des Streifens nähert, ein *zweites Mal*, wenn ſie dem *nördlichen* Rande des Schlieſsungs-Streifens nahe kömmt. In beiden Fällen iſt der Erfolg entgegengeſetzt. Der *ſüdliche* Rand ſchnellt den Nordpol raſch zurück, und wenn dieſer ſich im Rücklaufen dem Rande an der andern Seite nähert, wird er wieder abgeſtoſsen, und ſchwingt ſo einigemal hin und her, bis er in *Süd* in Ruhe kömmt. Der *nördliche* Rand beſchleunigt dagegen die Bewegung der auf ihn zu ſchwingenden Nadel ausnehmend, ſo daſs ſie unter dieſen Rand weg zum ſüdlichen Rande geht, und hier das vorige Spiel treibt, bis ſie in Süd im Gleichgewichte zwiſchen den beiden ſie abſtoſsenden und rechtwinklig durchſchneidenden ſüdlichen Rändern des Streifens ſtehen bleibt. Wie man ſieht, hat dieſe Bewegung die gröſste Aehnlichkeit mit den Schwingungen der Rotations-Kette zwiſchen den beiden Polen eines Hufeiſen-Magnets (oben S. 393).

Es iſt in dieſem Fall des diagonaloïd-polariſirten Schlieſsungs-Streifens + E — E (d. h. das an dem Zink anliegende Ende) *B D* nach *Oſten*, und die den Nordpol abſtoſsende + Seite deſſelben *A B* nach *Süden*, die ihn anziehende — Seite *C D* aber nach *Norden* gekehrt, woraus ſich dieſe Erſcheinungen vollſtändig erklären.

Bei derſelben Lage der Metalle im magnetiſchen *Weſten* des Streifens und der Nadel, iſt die den Nordpol abſtoſsende + Seite des Streifens nach *Norden*, die ihn anziehende — Seite nach *Süden* gerichtet, wird alſo der Nordpol der Nadel von dem *nördlichen* Rande nach Norden, der *Südpol* nach Süden zurückgeſtoſsen, „und

es läſst ſich durchaus keine Ablenkung, wohl aber eine Beſchleunigung der Schwingungen wahrnehmen.

Eine *Zamboniſche* ſogenannte trockne Säule von 12000 Paaren, die ſelbſt ein Strohhalm-Electrometer augenblicklich an die Wände anſchlagen machte, gab auch Herrn Erman keine Spur von magnetiſcher Wirkung. „Aus meiner Anſicht, ſagt er, erklärt ſich dieſes vollkommen. Denn wenn die weſentlichſte Bedingung aller Erfolge in dem Uebergange vom Longitudinal-Bipolaren zu dem Transverſal-Bipolaren liegt, und dieſer Uebergang auch die Bedingung der chemiſchen Wirkungen iſt, ſo kann ein Syſtem, das nur electriſch-phyſiſche Erſcheinungen giebt, ohne die chemiſchen (wenigſtens wahrnehmbar) bedingen zu können, keine Spur von Magnetismus zeigen.“ — Eine ſehr magnetiſch-wirkſame Kette verlor dieſe Wirkſamkeit augenblicklich, als ſie ein Element von longitudinaler Unipolarität, z. B. die hydrogeniſirte *Flamme*, in den Kreis aufnahm. „Es fällt dann aber auch aller Chemismus weg, bemerkt Hr. Erman, weil + E nicht mehr zu — E mit der reziprok gleichen Intenſität gelangt, die wir durch die Conſtruction des diagonaloïden Leiters, und wie es ſcheint nur durch dieſe, denkbar finden.“

5. Ein electriſch-magnetiſcher Condenſator.

Der Auffindung eines *Condenſators dieſer Wirkungen*, von welchem Herr Erman in dem Nachtrage zu ſeinem Werke Einiges vorläufig bekannt gemacht hat, iſt ſchon unter 4 (S. 418) gedacht worden. Sie wird hier einem in Berlin ſtudirenden jungen Phyſiker, Hrn Poggendorff, zugeſchrieben *).

*) *M. ſ. hierüber meine Anmerkung im Anfange des folg. Aufſ.*

Ein kupferner, ungefähr $\frac{1}{10}$ Linie dicker, mit Seide umſponnener Draht wird 40 bis 50 Mal dicht neben und über einander in Kreiſen von einer ſolchen Gröſse umher geführt, daſs ſich die Magnetnadel, für welche er beſtimmt iſt, in den innern freien Raum dieſer Kreiſe ſtellen läſst; dann werden dieſe Drahtgewinde einer feſt an den andern geſchnürt, ſo daſs ſie einen einzigen Ring bilden, und dieſer wird durch Zuſammendrücken elliptiſch geſtaltet. Es bleibt auf dieſe Art für eine Magnetnadel, wenn ſie in demſelben ſteht, Raum genug ſich frei zu bewegen ohne irgendwo die innern Gewinde zu berühren, ohne ſich doch über 2 Linien weit von ihnen zu entfernen. Wenn man die beiden Enden des Drahtes mit Electromotoren verbunden hat, ſo erhält man eine ſo ausnehmende Verſtärkung der Wirkungen des einfachen galvaniſch-electriſchen Kreiſes, daſs Hr. Erman ſah, wie zwei Platten kaum 4 Linien ins Gevierte, mit verdünnter Säure, auf dieſe Weiſe die Magnetnadel um 25 bis 30° ablenkten, und wie Ketten aus Säuren und Baſen, nach Davy's Art, eben ſo Kupfer und Zink mit deſtillirtem Waſſer, (ſtärker mit Brunnenwaſſer), ja ſelbſt Humbold's ſo zarter Hauchverſuch, unverkennbare Ablenkungen an der Magnetnadel bewirkten, bei Dimenſionen, bei welchen in der einfachen Kette auch unter den günſtigſten Umſtänden an kein Wahrnehmen einer Ablenkung zu denken iſt. — So ſehr indeſs auch dieſer Condenſator die electriſch-magnetiſche Spannung ſteigert, ſo vermochten doch auch vermittelſt deſſelben weder ein kräftiger Turmalin noch eine Zamboniſche Säule von 12000 Paaren auf die Nadel wahrnehmbar einzuwirken.

Die condenſirende Wirkung dieſer Vorrichtung beruht auf den wechſelſeitigen Spannungen, in welche die mehrfach über und neben einander in groſser Nähe, aber auſser leitender Gemeinſchaft, fortgehenden Windungen des diagonaloïd-polariſirten Leiters einander verſetzen. In je zwei an einander liegenden Windungen der Hälfte des Leiters, in welcher + E vorherrſcht, erhält das + E der einen Windung durch das der andern mehr Spannung, und eben ſo in den an einander liegenden Windungen der andern Hälfte das — E der einen durch das — E der andern. „Der Mechanismus der Condenſation, heiſst es S. 108, ſcheint im Allgemeinen auf der transverſalen Polariſation zu beruhen, in ſo fern die eine Hälfte des Leiters den poſitiven Factor [Electromotor der einfachen Kette] die andre den negativen repräſentirt; und bei Vorausſetzung einer diagonaloïden Polariſation muſs für das ganze Syſtem der totale Effect der einander ſo nahen Windungen, eine gleiche Summe von freier, durch wechſelſeitige Repulſion expandirter, poſitiver und negativer Thätigkeit ſeyn. Daſs die Windungen ſich nicht von einander, wie in einem ſchraubenförmigen Drahte, entfernen, iſt höchſt wahrſcheinlich der Grund, daſs in dem Condenſator keine Longitudinal-Polariſation, wie in einem ſolchen Drahte entſteht.“

„ . . . Stärkere Ladungen ſchienen mir durch dieſe Vorrichtung nicht in eben dem Verhältniſs wie ſchwächere vermehrt zu werden, und ein höchſt fein gezogener Draht ſchien zum Condenſator faſt ganz untauglich zu ſeyn. In beiden Fällen vermochte wahrſcheinlich die den Draht umgebende Seide die durch *Spannung* erhöhten entgegengeſetzten Electricitäten

nicht gehörig zu iſoliren, ſo daſs ſtatt Vertheilung ein partieller Uebergang durch Mittheilung eintrat."

„Für die Electro-Chemie, bemerkt Hr. Erman, kann dieſer magnetiſche Condenſator ein wahres Kleinod werden. Alle Schwierigkeiten des electriſchen Condenſators ſind glücklich umgangen, und Hr. Poggendorff hat bereits durch eine einfache Manipulation und mit conſtanten Reſultaten, die *electriſche Reihe* für eine groſse Zahl von Körpern durch die Bouſſole revidirt, und ſehr auffallende Anomalien gefunden, namentlich für das Leitungs-Vermögen. . . . Jede Abweichung von der rein ſymmetriſchen Vertheilung der Polarität an einer Bouſſolen-Nadel entdeckt ſich, wenn man alle Punkte an ihr ſucceſſiv an den Condenſator einſpielen läſst; wo die Nadel auch nur eine Spur von anomaler Polarität hat, erfolgt auch eine anomale Abſtoſsung, als Ausnahme der für die gegebene Hälfte der Nadel normalen Anziehung, oder umgekehrt. . . . Auch laſſen ſich die wichtigen, am Ende von 4 erzählten Verſuche, das Beſchleunigen und das Verzögern der Oscillationen, und das Gefangennehmen der Nordſpitze der Nadel in Süden, ſehr bequem am magnetiſchen Condenſator wiederholen. . . . ."

Hr. Poggendorff war im Begriff folgende Vorrichtung auszuführen: Er wollte eine Magnetnadel in lothrechter Lage befeſtigen am Ende eines leichten, hölzernen, nach Art einer Magnetnadel (mittelſt eines Hütchens) auf einer Spitze horizontal ſchwebenden Arms, und um den Kreis, in welchem ſich der nach unten gekehrte Pol derſelben bewegen werde, den Schlieſsungs-Draht eines einfachen galvaniſch-electriſchen Kreiſes in ſchraubenförmige Windungen führen. Da nun

beim Schliefsen des Kreifes der nach unten gekehrte Pol, rings umher nach derfelben Richtung, durch Anziehung von dem einen, durch Abftofsung von dem andern transverfalen Antheile des gewundenen Leiters werde angetrieben werden, fo fey, glaubt Hr. Erman, nicht zu zweifeln, dafs die Nadel in immerwährender Rotations-Bewegung bleiben werde, fo gut als ein Rotations-Apparat, deffen Kreisbahn man zu äufserft mit gleichnamigen Magnetpolen umftellte, die ihn alle nach einerlei Sinn (erft ihn anziehend, dann ihn abftofsend) befchleunigen würden, vorausgefetzt, dafs er an einem Faden mit unendlich kleiner Windungskraft hinge. — So viel ich indefs einfehe, würde das zwar in dem *letzteren* Falle gefchehen, nicht aber in dem *erfteren*; denn das die Richtung der electrifch-magnetifchen Wirkung des Schliefsungs-Leiters (und umgekehrt der Wirkung des Magnets auf diefen Leiter) nachweifende *Links* meiner und Hrn Ampère's Regel, weift in jenem Fall die Tangente des Rotationskreifes, in diefem aber lothrechte, fenkrecht auf die Tangenten der Kreis-Bahn des unteren Pols ftehende Linien, als Richtungen der Bewegung nach, und im erften Fall findet nach diefer Richtung keine Bewegung Statt.

* *

Hr. Reg. Rath Prechtl in Wien hat uns im vorigen Stücke diefer Annalen mit feiner fchönen Entdeckung bekannt gemacht, dafs ein fchmaler cylindrifcher Stahlftab fo magnetifirt werden kann, dafs er nicht blos zwei, fondern *beliebig viele transverfale Pole* befitzt, von denen je zwei entgegengefetzte fich an den entgegengefetzten Seitenlinien des Drahts nach feiner ganzen Länge finden, und er hat zugleich nachzuweifen gefucht, dafs diefem der Zuftand des Schliefsungs-Drahtes des galvanifch-electrifchen Kreifes entfpricht. Diefe Entdeckung ift von wefentlichem Einfluss auf die Theorie. Läfst fich mit ihr die Hypothefe diagonaloïder Polarifirung in Einklang bringen, fo wird Hrn Erman's Scharffinn diefes leiften; und macht fie andre Anfichten nothwendig, fo dürfen wir von einem der Wahrheit fo eifrig nachforfchenden Phyfiker erwarten, dafs er uns feine berichtigte Anficht mittheilen, vielleicht auch Einiges von feinen Ueberzeugungen in Hinficht des chemifchen Urfprungs der galvanifchen Electricität, und über Hrn Ampère's Theorie des electrifchen Magnetismus hinzufügen werde, welches, wie alles was von Herrn Erman kömmt, immer vorzüglich lehrreich feyn wird.

IV.

Verſuche mit dem electriſch-magnetiſchen Multiplicator,

und über Herrn Prechtl's Entdeckung,

von

Raschig, Gen. Stabs Arzt, u. Prof. d. Phyſ.

(Aus zwei Schreiben an den Prof. Gilbert.)

Dresden den 3 April 1821.

Sie haben mich durch Ihre Bearbeitung des vortrefflichen Ampère'ſchen Aufſatzes in dem neueſten Hefte Ihrer Annalen ungemein erbauet, und zugleich auf die Prechtl'ſche Entdeckung auſserordentlich neugierig gemacht. . . . Unſtreitig iſt Ihnen aus Hrn Erman's Schrift Poggendorff's ſogenannter *Condenſator* oder vielmehr *Multiplicator* bekannt. Ich habe mir einen ſolchen bereitet, und ſah ſo eben, wie mittelſt deſſelben beim Hineingieſsen von etwas verdünnter Salpeterſäure in einen ſilbernen Fingerhut, der noch kein Quentchen Waſſer faſst, und worin ein kleines Stückchen Zink an einem Silberdrahte hing, der Nordpol einer $1\frac{1}{2}$ Zoll langen, in dem Multiplicator ſchwebenden Magnetnadel, durch Drehen dieſes, nach jeder beliebigen Weltgegend gerichtet wurde. Dieſes Inſtrument ſcheint von Wichtigkeit zu werden; es läſst ſich für 1 Thaler höchſtens darſtellen. Die Wirkung deſſelben erklärt ſich aus den Ampère'ſchen Geſetzen ſehr leicht, als Wiederholung des Ein-

fluſſes des electriſchen Stromes eines und deſſelben Electromotors. Ich hatte gehofft, es würde mittelſt deſſelben der Strom meiner ziemlich kräftigen (gewöhnlichen) Electrifirmaſchine auf die Magnetnadel wirken; dieſes geſchah aber nicht, gelingt mir vielleicht aber noch. . . .

Dresden d. 15 April.

Die Erklärung, welche Herr Reg. Rath Prechtl vor mehreren Jahren in Ihren Annalen von dem Leitungs-Zuſtande der Voltaiſchen Säule gegeben hat, und ſeine Berichtigung der Erman'ſchen Bipolarität *), welche zu wenig beachtet worden ſind, hatten meinen ungetheilten Beifall. Mit ſeiner neueſten Entdeckung, in dem eben erſchienenen Hefte Ihrer Annalen, bin ich aber nicht ſo einverſtanden. Es würde zu weitläufig ſeyn, wollte ich hier alle meine unmaſsgeblichen Zweifel vorbringen, und begnüge mich mit der Bemerkung, daſs man doch wohl eine Art von *Strömung* in der Säule anzunehmen berechtigt ſey, wenn man an das Durchführen von Baſen und Säuren im Waſſer von einem Pol der Säule zum andern in dem Schlieſsungs-Kreiſe denkt.

Iſt es überhaupt verdienſtlich phyſikaliſche Kenntniſſe zu verbreiten, ſo iſt die Angabe eines Mittels, die neuen, wichtigen, electriſch-magnetiſchen Verſuche faſt alle an einem ſehr kleinen und wohlfeilen Inſtrumente

*) Unterſuchungen über die Modificationen des electriſchen Ladungs-Zuſtandes, mit Bezug auf die Gründe der von Herrn Prof. Erman entdeckten Verſchiedenheit einiger Subſtanzen in Betreff ihres galvaniſchen Leitungs-Vermögens (Annal. J. 1810, B. 35 S. 28—104, B. 44 S. 108 u. B. 46 S. 323.) G.

darzuſtellen, nicht ohne allen Werth. Damit ſie meine Einrichtung des *Poggendorff'ſchen Condenſators*, oder vielmehr *Multiplicators*, und was ich von demſelben ausſage, ſogleich prüfen mögen, lege ich einen ſolchen bei *). Er iſt nichts anders als ein mehrfach (der überſendete 100fach) im Kreiſe herum gewundener, mit Seide überſponnener, dünner verſilberter Kupferdraht, deſſen Enden mit zwei kleinen Electromotoren verbunden ſind, die beim Schlieſsen einen einfachen Voltaiſchen Kreis bilden. Indem jede einzelne Windung des Drahts von der andern durch Seide getrennt, einen beſonderen Schlieſsungs-Draht bildet, wiederholt ſich die ſchwache Wirkung mit der Anzahl der Windungen, und verdoppelt ſich vielfältig; und daraus laſſen ſich, nach der Ampère'ſchen Angabe, alle Wirkungen im voraus beſtimmen.

*) Daſs dieſer verſtärkende Apparat Hrn Prof. Schweigger in Halle zu gehören ſcheint, darf ich hier nicht unerwähnt laſſen. In ſeinem Journ. für Chem. u. Phyſ. Heft 1, 1821, heiſst es, in „Zuſätzen zu Oerſted's electro-magnet. Verſuchen, vorgeleſ. in der naturf. Geſ. zu Halle den 16 Sept. 1820," S. 2: „Daraus, daſs eine Umkehrung der Wirkungen erfolgt, je nachdem der Polardraht unter oder über der Nadel hing, . . . läſst ſich eine Verdoppelung der Wirkung ableiten, die ſich auch in der Erfahrung bewährt. Ich lege zunächſt den einfachen Verdoppelungs-Apparat, wo die Bouſſole ſich zwiſchen zwei umſchlungenen Drähten befindet, der Geſellſchaft vor. Leicht wird ſich eine Vervielfältigung der Wirkungen erhalten laſſen, wenn man den Draht nicht blos einmal, ſondern mehrmals umſchlingt. Jene einfache Umſchlingung aber reicht ſchon hin, um die Verſuche Oerſted's blos mit kleinen Streifen von Zink und Kupfer, die in Salmiakwaſſer getaucht werden, wiederholen zu können." — Ferner heiſst es in einer Vorle-

1.

Man hänge an einem einfachen Faden Seide eine möglichſt ſtark magnetiſirte Nähnadel ſo auf, daſs ſie horizontal und frei ſchwebe. Dieſes geſchieht am beſten indem man ſie durch ein kleines Stückchen Kork oder Holundermark ſteckt, welches an dem Faden aufgehangen wird. In dem Kork läſst ſich die Nadel leicht hin und her ſchieben, bis ſie gehörig im Gleichgewicht iſt. Alsdann (oder auch erſt nachdem das folgende vorgerichtet iſt) befeſtige man den Condenſator an einer oder zwei in einem Brettchen mit Siegellack eingeſetzten Glasröhren, und zwar

A) zuerſt *vertikal*, das heiſst ſo, daſs *die Fläche*, welche ſeine Windungen bilden, lothrecht ſtehe. Durch die obere Seite der Windungen ſtecke man dann, zwiſchen dieſe, vorſichtig, ohne die Drähte von der ſie umgebenden Seide zu entblöſsen, in lothrechter La-

ſung am 4 Nov. (ſ. daſ. S. 12): „Das Princip, deſſen ich mich zur Verſtärkung der Erſcheinungen, gleichſam zur Conſtruction einer electro-magnetiſchen Batterie, bediente, war die Umſchlingung der Drähte um die Bouſſole, und hier lege ich der Geſellſchaft eine Schleife vor aus mehrfach umſchlungenen, mit Wachs überzogenen Drähten. . . . Aber ich will noch einen andern Apparat hier beifügen, der gleichſam blos auf einer Erweiterung dieſer Schleife beruht, wodurch die Magnetnadel auf jeden beliebigen Winkel zwiſchen 0° und 180° geſtellt werden kann.“ . . . „Ein Silberdraht, mit Seide überſponnen, werde um eine Glasſcheibe [oder nach S. 35 um zwei eingeſchnittene kleine Hölzchen] geſchlungen, ſo daſs er unter und über ihr hinlaufe, und eine Bouſſole zwiſchen ihr und dem oberhalb des Glaſes hinlaufenden Drahte Platz finden kann. . . .“ Gilb.

ge, ein Glasröhrchen, das weit genug ist, um den Faden einfacher Seide, der die magnetische Nähnadel trägt, bequem durch sich hindurch zu lassen, schiebe diesen Faden von unten nach oben hinein, und befestige das obere Ende desselben mit Wachs oben an der Glasröhre. Die Nadel kann nun zwischen den Windungen des Drahts frei schwingen, und es geht stets die eine Hälfte der Windungen über sie, die andere unter ihr hinweg, wodurch die Wirkung des electrischen Stroms in jeder einzelnen Windung des Drahtes verdoppelt wird, indem er über und unter der Nadel in entgegengesetzter Richtung fliesst.

Die beiden Enden des Condensator-Drahts werden nun von Seide entblösst *), und so, dass sie sich nicht metallisch berühren können, das eine mit einem kleinen silbernen Fingerhut (der meinige fasst höchstens 25 Tropfen Wasser) in Verbindung gesetzt, das andere um das obere Ende eines langen Stückchens Zinks gewunden, welches klein genug seyn muss, um in dem Fingerhut bequem Platz zu finden, und dessen unteres Ende man mit etwas Löschpapier umgiebt, bevor man es in den Fingerhut bringt, damit es den Fingenhut inwendig nicht metallisch berühre. Nachdem alles so vorgerichtet worden, braucht man nur in den Fingerhut etwas Wasser mit einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure zu giessen, um dem Apparat in Wirksamkeit zu sehen.

I. Es sey der Apparat *zuerst* so eingerichtet, dass der electrische Strom, wie ihn Ampère sich denkt, vom

*) Man kann, wenn es nöthig ist, sie dadurch beliebig verlängern, dass man an sie feinen Silberdraht befestiget. R.

Fingerhut aus die *obere* Seite der Windungen durchläuft *). Befindet sich dann

a) die Ebene, in der die Windungen des Multiplicators liegen, in dem magnetischen Meridiane **), und *der Strom* geht von *Süd nach Nord* erst *über die Nadel*, dann von Nord nach Süd unter sie fort; so weicht der Nordpol der Nadel nach Hineingiessen des säuerlichen Wassers in den Fingerhut, augenblicklich 90° *links* oder nach *Westen* ab.

b) Ist die Richtung *des Stromes* in dieser Stellung des Multiplicators die umgekehrte, und derselbe geht zuerst *über* die Nadel *von Nord nach Süd*, und dann unter dieselbe von Süd nach Nord; so weicht der Nordpol *rechts* oder nach *Osten* ebenfalls 90° ab.

c) Dreht man nun den Apparat so, dass die lothrechte Ebene durch die Windungen den magnetischen Meridian senkrecht durchschneidet, und also *der Strom senkrecht auf den magnetischen Meridian*, und zwar zuerst *oben von West nach Osten* geht; so wird die Nadel in ihrer natürlichen Lage noch mehr *fest* gehalten.

d) Und wird der Apparat umgedreht, so dass *der Strom oben aus Osten nach Westen senkrecht auf den magnetischen Meridian* seine Richtung nimmt; so dreht sich der Nordpol der Nadel sogleich nach *Süden* ***).

*) Also mit dem von den obern Windungen kommenden Drahtende sey der Zink, mit dem von den untern kommenden sey der silberne Fingerhut verbunden; vergl. S. 390. *Gilb.*

**) Diese und die folgenden Stellungen gegen den magnetischen Meridian lassen sich derselben durch Drehung des Brettchens leicht geben, welches den Apparat trägt. *R.*

***) Ganz Herrn Ampère's und meiner Regel gemäss, da, wenn

B) Man befeſtige nun, unter übrigens gleichen Umſtänden, den Multiplicator in einer *horizontalen Lage*, (ſo daſs die Ebene in der ſeine Windungen liegen, wagrecht ſey), und gebe der Nadel eine ſolche Einrichtung, daſs ſie nur einer *Inclination* oder *Elevation* folgen kann; ſo entſteht *a*) *erſtere*, oder *b*) *letztere*, je nachdem ihr Nordpol dem Strome links zu liegen kömmt, alles wie es nach Ampère's Regel ſeyn muſs. Die hierzu nöthige Einrichtung giebt man der Nadel dadurch, daſs man den Kork, oder das Hollundermark, durch den ſie geſteckt iſt, nicht an einen Faden hängt, ſondern mit einer Axe aus ſchwachem Meſſingdraht (einer Klavierſaite) verſieht. Sie wird durch denſelben, ſenkrecht auf die Nadel, und dicht über ihn, hindurch geſteckt, und auf die gegenüber ſtehenden Windungen des Multiplikators aufgelegt, wobei die Nadel durch Hin- und Herſchieben im Kork gehörig ins Gleichgewicht gebracht werden muſs, ehe der Kreis geſchloſſen wird.

2.

Iſt der Fingerhut am Multiplikator ſelbſt befeſtigt, ſo kann man *den ganzen Apparat* (verſteht ſich ohne Brettchen und Glasſtäbe und jetzt ohne Nadel) *an einen Faden* offener Seide irgendwo *aufhängen, ſo daſs er ſich nach allen Weltgegenden drehen kann. Nähert*

man ſich in der Richtung des Stroms das Geſicht dem Nordpol der Nadel zugewendet denkt, im Fall *c links* in die Richtung nach Norden, im Fall *d* in die nach Süden fällt, und gegen dieſe 200-fache Wirkung des electriſchen Stroms, die Wirkung des Erd-Magnetismus ſo gut als verſchwindet. *Gilb.*

man dann demſelben, wenn er geſchloſſen iſt, *einen Magnet*, der einige Pfund zu ziehen vermag, *ſo entſtehen Anziehungen und Abſtoſsungen des Apparats*, wie ſie zum Theil ſchon Erman an einem einfachen Draht in ſeinem Rotations-Apparat beobachtet hat.

a) Hängt die Ebene durch den Multiplikator *lothrecht*, ſo zieht der Nordpol des Magnets ihn von der linken oder rechten Seite der Fläche an, je nachdem der Strom geht. Von der entgegengeſetzten Seite thut daſſelbe der Südpol. Zwiſchen beiden Polen eines Magnets, z. B. eines Hufeiſens, gebracht, in der gehörigen Richtung, werden beide Flächen angezogen und der ganze Multiplikator folgt ſehr bereitwillig dem Hufeiſen überall hin.

b) Hängt die Ebene des Apparates *horizontal*, ſo ſieht man den ganzen Apparat vom Fingerhut aus (wo das ſich berührende Zink und Silber ſich befindet) in zwei Hälften getheilt, deren Gränzpunkte auf beiden Seiten gleich weit vom Fingerhut aus liegen (ohngefähr nach dem Bilde in Fig. 11 Taf. VIII). Die eine Hälfte (z. B. *a*) wird oberhalb der Ebene vom Nordpol eines Magnets angezogen, die andere Hälfte gegenüber (*b*) unterhalb der Ebene. Bei Annäherung des Südpols erfolgt das Gegentheil.

II. Es iſt wohl nicht nöthig zu bemerken, daſs wenn der *Strom* eine *entgegengeſetzte Richtung* als die oben unter I. *A* u. *B* angegebene nimmt, auch alle Erſcheinungen *entgegengeſetzt* ſind.

3.

Dieſer ganze Apparat oder Multiplikator iſt nun *wohl nicht* allein geeignet alle wichtigeren Verſuche

im Kleinen zu zeigen, ſondern er muſs ohnfehlbar auch die Wirkung groſser Säulen auf einen ausgezeichnet hohen Grad bringen, und wird dadurch vielleicht manches das noch im Dunkeln liegt mehr ins Klare ſetzen, zumal wenn man den Kreis des Multiplicators viele Ellen im Durchmeſſer machte, und Magnetnadeln innerhalb und auſserhalb, um und an ihm in ihrem Verhalten prüfte. So viel kann man auch aus Verſuchen ſich überzeugen, daſs die anfängliche Meinung, als wenn der Schlieſsungs-Draht nur über oder unter der Nadel auf ſie wirke, und horizontal neben ihr nicht, falſch iſt. Denn wenn man in der Lage des Multiplikators I. *B* eine Nadel horizontal an einem Faden ſchwebend über oder unter irgend eine Stelle deſſelben hängt, ſo lenkt der Multiplikator ſie eben ſo nach dem Ampère'ſchen Geſetze ab, als wenn man die Nadel in der vertikalen Stellung I. *A* unter oder über den Schlieſsungs-Draht bringt. Hiernach läſst ſich nun nicht wohl eine *transverſale magnetiſche Polariſation* des Schlieſsungs-Drahtes annehmen, ſondern man muſs vielmehr einen *continuirlichen Strom* (oder irgend eine nach einer beſtimmten Richtung ununterbrochen fortlaufende, in ſich zurückkehrende Thätigkeit) in einer beſtimmten *transverſalen* Richtung zugeben. Ich zweifle wenigſtens keineswegs, daſs ein Schlieſsungs-Draht, der ſo eingerichtet wäre, daſs man nach und nach alle ſeine Seiten, oder alle Theile der Peripherie ſeines Querſchnittes, einer, in ihrer ſonſtigen Lage gegen ihn, unverrückt erhaltenen Magnetnadel zuwenden könnte, immer eine und dieſelbe Ablenkung oder Wirkung auf den

Magnet hervorbringen werde. Mit einem ſehr weiten Multiplikator lieſse ſich ſo etwas ganz gut bewerkſtelligen, indem man eine Seite deſſelben fixirte, ſo daſs der übrige Kreis ſich um dieſe als ſeine Axe mit ſammt dem Fingerhut und Zink drehen lieſse. Iſt die Wirkung, wie ich aus Gründen vermuthe, bei fortgeſetzter Umdrehung der Art nach immer dieſelbe auf die Nadel; ſo kann es keine Pole (die nothwendig Indifferenz-Punkte zwiſchen ſich vorausſetzen) in der Peripherie des Querſchnitts geben.

Doch genug für dieſes Mal und vielleicht ſchon zu viel.

Nachſchrift.

den 16 April.

Ich habe eben den zuletzt erwähnten Verſuch gemacht. Er fiel ganz ſo aus, wie ſich erwarten lieſs. Der Schlieſsungs-Draht hat in der ganzen Peripherie ſeines Querſchnitts ein und dieſelbe Wirkung auf die Nadel. Ich habe mir nämlich einen kreisrunden Multiplikator von $1\frac{1}{2}$ Fuſs Durchmeſſer verfertigt, an welchem Fingerhut und Zinkdraht, 6 Zoll lang, nicht weit von einander, gehörig verbunden, an dünnen Drähten herabhingen, z. B. in *vertikaler* Lage, indem der dem Fingerhut und Zink gegenüber liegende Theil des Multiplikators fortwährend *unter* der Magnetnadel *im magnetiſchen Meridian* erhalten wurde. Nachdem der poſitive Pol etc. rechts oder links war, wich die Nadel bei allmäliger gänzlicher Umwendung des unter ihr befindlichen Theils des Multiplikators um ſeine Axe ſtets nach Oſten oder Weſten. Wie man dieſes aus einer transverſalen magnetiſchen Polariſation erklären will, ſehe ich nicht ein. Denn wollte man auch annehmen, daſs dicht beiſammen abwechſelnd die freundſchaftlichen Pole an einander liegen; ſo kämen ſie theils an einander in Ruhe und wirkten nicht mehr nach aufsen, theils lieſse ſich gar nicht begreifen, wie ein Unterſchied der Ablenkung (z. B. nach Oſten oder Weſten, je nachdem die poſitive Seite der elektriſchen Kette oder eines einzelnen Gliedes nach dieſem oder jenem Ende des Drahtes zu liegt), Statt finden könne, da immer Nord- und Süd-Pol abwechſelten und ihre Folge nach jeder Richtung ſich gleich bliebe. Ohne ein Strömen oder fortgehende Wirkung entweder vom Nordpol nach dem Südpol, oder umgekehrt, käme man doch nicht aus. Eine transverſale Wirkung mufs man übrigens auch ſchon nach Ampère's Anſicht dem Schlieſsungs-Draht einräumen.

V.

Ueber barometrische Wind-Rosen,

von

Leopold von Buch, k. Khrn.

(Aus e. Vorles. in d. Berl. Akad. d. W. v. 18 Mai 1819 *).

Dafs das Barometer gewöhnlich mit nördlichen Winden steigt, mit südlichen fällt, ist wohl nur wenigen Beobachtern entgangen; doch hat erst Hr. Burckhardt in Paris die Gröfse dieses Einflusses der Winde auf die Barometerhöhe zu bestimmen versucht. Er zeigte, dafs die mittlere Barometerhöhe von Copenhagen um mehr als 2‴ verschieden ist, je nachdem man das Mittel aus Beobachtungen bei N- oder bei S-Winden zieht. Herr Ramond unternahm eine ähnliche Untersuchung, nachdem er bemerkt hatte, dafs durch Barometer-Messung erhaltene Höhen-Angaben stets bei S-Winden kleiner, bei N-Winden gröfser sind, als sie es der Wahrheit gemäfs hätten seyn sollen, und es weist sein Werk über Barometer-Messungen nach, nicht blos, wie der Stand des Barometers in Paris bei N- und S-Winden, sondern auch wie er bei O- und W-Winden ist. Doch giebt auch dieses über die Bewegungen im Luftkreise noch nicht hinreichend Aufschlufs, und es bleibt immer noch die Frage, ob das Fortschreiten vom tiefsten Stand bei S-Winden zu dem höchsten bei N-Winden auf der östlichen und westlichen Seite gleich ist? ob verschieden für verschieden gelegene Orte? und ob nicht die Differenzen der Stände bei verschiedenen Winden nach den Monaten veränderlich sind?

Um diese Fragen zu beantworten, haben mir die 5 Jahre von Beguelin'scher meteorologischer Beobach-

*) Ein Zusatz zu dem Aufsatz in dem vorigen Stücke S. 294, über die Bewegungen des Barometers in Berlin. *G.*

tungen von Berlin gedient, welche meinem Aufsatze über die Bewegungen des Barometers zu Berlin (*Ann.* vorig. Stück S. 294), zum Grunde liegen, und bei denen die ganze Windrose in 8 Theile getheilt ist. Sie gaben mir, nach gehöriger Correction, den mittleren Barometerstand in Berlin: bei NO-Wind 336,62‴, bei S-Wind 333,06‴, und also zwischen beiden einen Unterschied von 3,56‴. Die Barometerhöhe kömmt von Westen her sehr viel langsamer als von Osten her zum höchsten Stand, bleibt lange in der Gegend des Culminationspunktes, und sinkt dann schnell wieder auf der Ostseite gegen Süden herab.

Trägt man die jedem einzelnen Winde zukommende Barometerhöhe auf eine Wind-Rose, und sucht nun die allgemeine mittlere Barometerhöhe, so lässt sich diese zwischen den Winden auf der Rose *eintragen*. Man kommt so zu dem sonderbaren Ausdruck, dass man die mittlere Barometerhöhe eines Ortes nach ihrer Richtung gegen die Erdpole angeben kann. So läuft die mittlere Barometerhöhe von Berlin von West gegen NW nach Ost 30° 57′ 6″ gen SO, oder sehr nahe von W nach OSO; (s. Taf. VIII Fig. 12). Alle jährlichen Veränderungen oscilliren um diese Linie hier; man kann sie daher als eine in der Natur begründete, feststehende ansehen, und ihre genaue Bestimmung und Erforschung gehört offenbar zu den meteorologischen Elementen, welche uns obliegt, für jeden Ort unserer Erdfläche eben so sorgfältig, als seine Breite, Länge und Erhebung über die See aufzusuchen.

Wären nur allein südliche (warme) Winde die deprimirenden, und allein Nordwinde die erhebenden, wie man es allenfalls im grofsen Ocean erwarten könnte, so würde die mittlere Barometerhöhe unmittelbar von Ost nach West laufen und die Wind-Rose in zwei gleiche Hälften zertheilen; doch möchte auch schon hierauf die Axen-Umdrehung der Erde ihren Einfluss äufsern, durch welche S- zu SW-Winden, und N- zu NO-Winden verändert werden. Aber es sind die Winde weit mannigfaltiger modificirt durch die Lage, und Erhebung der Continente, weil sie, wenn sie höhere Breiten erreichen, ihre Temperatur über Meeren weniger verändern, als über grofse Länderstrecken, welche sich nur langsam von der Erkäl-

tung des Winters zur gröſsern Erwärmung im Sommer heraufheben. In der deprimirenden Hälfte der Wind-Roſe wirken daher vereinigt die ſüdlichen und die Meer-Winde, und man könnte vielleicht dahin kommen, durch einen einfachen Ausdruck, durch eine Linie auf der Wind-Roſe, die Natur des Clima eines Ortes zu beſtimmen, in wie weit es ſich mehr der Natur eines See- oder eines Continental-Clima nähere; eine auch für das praktiſche Leben wichtige Beſtimmung, weil ſie im Voraus angiebt, welche Früchte man ziehen, und welche Büſche und Bäume man dem Winter ohne Schaden ausſetzen darf. Und eine Anſicht dieſer Directionslinie der mittleren Barometerhöhe in verſchiedenen Zeiträumen, würde mit einem Blicke zeigen, ob ſich hier die Zone des See-Clima, wie es in einem groſsen Theile von Europa jetzt wirklich der Fall zu ſeyn ſcheint, in der Breite über die Continente ausdehne, oder ob ſie ſich wieder zuſammen ziehe.

Ich habe daher für mehrere Orte, von denen einige ein ausgezeichnetes See-Clima haben, andere ganz und tief in der Zone des Continental-Clima verſenkt ſind, ähnliche Berechnungen als für Berlin zu machen verſucht, um die Directionslinien ihrer mittleren Barometerhöhen mit einander zu vergleichen. Dieſes hat aber mehr Schwierigkeit, als man Anfangs glauben ſollte. Eine der hauptſächlichſten liegt in der Natur ſelbſt. Wenn der Nordwind lange geweht hat, ſo wird die Atmoſphäre ſchwer, und das Barometer ſteht nun vielleicht viel höher, als es dem mittleren Stande dieſes Windes zukommt. Erſcheinen plötzlich ſüdliche Winde und ziehen das Barometer wieder herab, ſo kömmt die groſse Höhe, welche dieſe Winde vorfinden, ihnen nicht zu; man findet ſie aber doch in den Beobachtungen ihnen zugeſchrieben, und mit Recht. Denn wenn ſoll man anfangen zu glauben, daſs der Südwind nun ohne eine ihm fremde Modification wirke? etwa von der mittleren Barometerhöhe an? aber leicht möglich, daſs er wieder vertrieben wird, ehe er das Barometer zur mittleren Höhe herabgebracht hat, und ſein Einfluſs würde dann ganz verloren gehen. Für ſchnelle Auffindung der Reſultate noch unangenehmer iſt der Fall, wenn ein gewöhnlich deprimirender oder erhebender Wind nur wenige Hundert Fuſs hoch weht. Ein ſolcher vermag

keinen bedeutenden Einfluſs auf die Atmoſphäre auszuüben; iſt vielleicht nur zurückkehrender Wind in groſsen Wirbeln, wie ſie ſtets an den Gränzen vorhanden ſind, an welchen die deprimirende gegen den Pol herauf ſich bewegende Zone, der erhebenden von Norden herab kommenden begegnet, und die ſich über ganze Provinzen ausdehnen können. Dann wird in der That ein NO-Wind das Barometer nieder zu ziehen, ein SW-Wind es zu erheben ſcheinen. Vergleichungen mit correſpondirenden Beobachtungen über einen gröſseren Theil der Erdfläche, zu denen die Manheimer Ephemeriden ſo trefflich Gelegenheit geben, zeigen, welche Wind-Richtung eigentlich die herrſchende war. Ich habe von dieſer Erſcheinung in meinem angeführten Aufſatze mehrere auffallende Beiſpiele gegeben. In den Beobachtungsreihen muſs jedoch offenbar die niedrige Höhe dem NO-, die groſse dem SW-Winde beigeſetzt werden. Ueber ſolche Anomalien wird man nur Herr, durch Ziehung der Mittel aus einer groſsen Reihe von Beobachtungen; aber dann auch ziemlich gewiſs: das Geſetz der Natur tritt am Ende nothwendig aus der Menge der von allen Seiten umher liegenden ſtörenden Einflüſſe hervor. In der That iſt es der Bewunderung werth, wie regelmäſsige Veränderungen von einer ſolchen Kleinheit, daſs wir ſie auf unſern Inſtrumenten, wären ſie uns auch ganz rein gegeben, kaum noch beobachten könnten, durch die Mittel aus einer groſsen Zahl auch nur ſehr oberflächlich angeſtellter Beobachtungen mit gröſster Klarheit hervortreten. Wer möchte es z. B. unternehmen, tägliche Veränderungen von $\frac{1}{10}$ oder gar von $\frac{1}{20}'''$ unmittelbar zu beobchten; die Mittel vieler Beobachtungen geben dieſe Veränderungen ganz deutlich, und um ſo ſchneller, je ſorgfältiger man beobachtet hat.

Eine andere und ſehr bedeutende Schwierigkeit, zu barometriſchen Reſultaten zu gelangen, liegt in der Art, und in der wenigen Sorgfalt, mit welcher ſo häufig die barometriſchen Beobachtungen angeſtellt werden. Man glaubt immer noch, daſs man die Freiheit habe, ſich die Stunden der Beobachtung nach Gefallen zu erwählen, ungeachtet ſchon ſeit mehr als 30 Jahren Chiminello und Planer gezeigt haben, wie genau auch in höheren Breiten die Stunden der täglichen *gröſsten* und kleinſten Höhen des Barometers beſtimmt

ſind; nämlich 10 oder 11 Uhr Vormittags für die gröſste Erhebung, 4 Uhr Nachmittags für den niedrigſten Stand. Da es keine Urſache giebt, eine Stunde vor der andern zu erwählen, wenn man die Wirkung der Winde aufſuchen will, ſo ſind es offenbar dieſe Stunden der täglichen Extreme, welche man zur Beobachtung aufſuchen muſs. Sonſt wird unnöthig mit den Wirkungen der Winde vermengt, was der täglichen Veränderung zukommt. Noch ſchlimmer iſt es, daſs man die Barometer-Beobachtungen nicht auf einerlei Temperatur reducirt; man hat ſogar wohl gemeint, eine ſolche Correction ſey überflüſſig und unnöthig. Wie unumgänglich nothwendig ſie iſt, geht daraus hervor, daſs der Mittelſtand des Barometers aus uncorrigirten Beobachtungen, an demſelben Orte, für verſchiedene Jahre wohl bis auf 2‴ abweichen kann, dagegen corrigirte für jedes Jahr dieſelbe mittlere Barometerhöhe, oft bis zu Hunderttheilen einer Linie, und faſt nie über wenige Zehntheile einer Linie verſchieden, geben.

Die Manheimer Ephemeriden enthalten Beobachtungsreihen von *Petersburg* und von *Moskau;* beides ſind *Continental-Oerter*, deren barometriſche Wind-Roſe, mit der Berliner verglichen, gar ſonderbare Reſultate verſpricht. Allein die Beobachtungen ſind nicht corrigirt, daher gänzlich unbrauchbar. Das Barometer ſteht an dieſen Orten im Sommer in einer Temperatur, welche allein ſchon die Queckſilber-Säule wahrſcheinlich um die ganze Differenz zwiſchen dem mittleren Stande bei N- und S-Wind erhebt, wenn man ſie mit derjenigen vergleicht, in welcher das Barometer den Winter hindurch zu ſtehen pflegt. Ich habe mich daher nach einer beſſer beſtimmten Beobachtungsreihe eines Continental-Ortes umſehen müſſen. Erſt *Ofen* bot ſie mir dar, welches zwar in 47° 29′ Breite, und daher ſchon 5° 4′ ſüdlicher als Berlin, dafür aber auch in einem ausgezeichneten Continental-Clima liegt. Zur Beſtimmung des See-Clima habe ich die Beobachtungen von *Middelburgh* in Seeland, in 51° 31′ Breite liegend, berechnet. Haben auch das vorliegende England und Irland hier wohl ſchon Einfluſs auf das Clima, ſo wirkten ſie doch nicht ſo viel, um nicht manche Eigenheiten der Seelage deutlich bemerken zu laſſen. Von beiden Orten habe ich die Wind-Roſen für dieſelbe Jahresreihe gezeichnet, wie

Magnet hervorbringen werde. Mit einem sehr weiten Multiplikator liefse sich so etwas ganz gut bewerkstelligen, indem man eine Seite desselben fixirte, so dafs der übrige Kreis sich um diese als seine Axe mit sammt dem Fingerhut und Zink drehen liefse. Ist die Wirkung, wie ich aus Gründen vermuthe, bei fortgesetzter Umdrehung der Art nach immer dieselbe auf die Nadel; so kann es keine Pole (die nothwendig Indifferenz-Punkte zwischen sich vorausetzen) in der Peripherie des Querschnitts geben.

Doch genug für dieses Mal und vielleicht schon zu viel.

Nachschrift.

den 16 April.

Ich habe eben den zuletzt erwähnten Versuch gemacht. Er fiel ganz so aus, wie sich erwarten liefs. Der Schliefsungs-Draht hat in der ganzen Peripherie seines Querschnitts ein und dieselbe Wirkung auf die Nadel. Ich habe mir nämlich einen kreisrunden Multiplikator von $1\frac{1}{2}$ Fufs Durchmesser verfertigt, an welchem Fingerhut und Zinkdraht, 6 Zoll lang, nicht weit von einander, gehörig verbunden, an dünnen Drähten herabhingen, z. B. in *vertikaler* Lage, indem der dem Fingerhut und Zink gegenüber liegende Theil des Multiplikators fortwährend *unter* der Magnetnadel *im magnetischen Meridian* erhalten wurde. Nachdem der positive Pol etc. rechts oder links war, wich die Nadel bei allmäliger gänzlicher Umwendung des unter ihr befindlichen Theils des Multiplikators um seine Axe stets nach Osten oder Westen. Wie man dieses aus einer transversalen magnetischen Polarisation erklären will, sehe ich nicht ein. Denn wollte man auch annehmen, dafs dicht beisammen abwechselnd die freundschaftlichen Pole an einander liegen; so kämen sie theils an einander in Ruhe und wirkten nicht mehr nach aufsen, theils liefse sich gar nicht begreifen, wie ein Unterschied der Ablenkung (z. B. nach Osten oder Westen, je nachdem die positive Seite der elektrischen Kette oder eines einzelnen Gliedes nach diesem oder jenem Ende des Drahtes zu liegt), Statt finden könne, da immer Nord- und Süd-Pol abwechselten und ihre Folge nach jeder Richtung sich gleich bliebe. Ohne ein Strömen oder fortgehende Wirkung entweder vom Nordpol nach dem Südpol, oder umgekehrt, käme man doch nicht aus. Eine transversale Wirkung mufs man übrigens auch schon nach Ampère's Ansicht dem Schliefsungs-Draht einräumen.

wirbelnden Winden (*vents de remoux*) gestört zu werden, welche auf dem festen Lande so unregelmäfsige Bewegungen des Barometers hervorbringen.

Wie sehr anders ist dagegen die barometrische Wind-Rose von *Ofen!* (s. Fig. 14.) Wie klein sind hier die Veränderungen! Das Barometer hat 330,62‴ im höchsten, 328,27‴ im tiefsten mittleren Stande, welches nur 1,35‴ Unterschied ist. Und höchst auffallend giebt es hier *vier* Linien der mittleren Barometerhöhe. Nicht blos geht die eine von WNW gegen SSO, sondern es erscheint ein neuer Depressions-Abschnitt in Ost. Eben so merkwürdig gehört die gröfste Erhebung nicht einem der nördlichen, sondern dem SO-Winde, woher es auch wahrscheinlich geschieht, dafs die gröfste Depression nicht in S, sondern völlig in SW geschieht. Läge hier ein bedeutendes Meer nicht fern in Osten, so hätte die Linie der mittleren Barometerhöhe fast völlig in Norden heraufgehen können. W und NW sind auf dieser Wind-Rose so wenig verschieden, dafs die Mittellinie fortwährend zwischen beiden Punkten schwankt, und selbst der N erhebt sich gar wenig über den NW. Man sieht, deprimirende Meerwinde wirken hier nicht, sondern allein die wärmeren Winde niederer Breiten. Was aber die bedeutende Erhöhung in SO, was die Erniedrigung in O verursacht, das zu erörtern, würde eine genauere Kenntnifs des Landes und der Gebirge erfordern, als wir besitzen. Wahrscheinlich geben hinter einander fortliegende Reihen von Gebirgen dem SO-Winde seinen eigenthümlichen Charakter. Dagegen mag die ungeheure wassergleiche Ebene zwischen der Theifs und der Donau, welche der Stadt Ofen in Osten liegt, durch ihre Erwärmung deprimirend auf das Barometer wirken. Flinders hat in seinem Aufsatz über die Bewegungen des Barometers an den Küsten von Neu-Holland, durch Beobachtungen gezeigt, dafs aufserhalb der Wendekreise die von dem festen Lande wehenden warmen Winde, (sie kamen von ausgedehnten erwärmten Flächen her), stets die deprimirenden waren, so sehr, dafs bei dem Fallen des Barometers man den nahen Eintritt des Landwindes mit Gewifsheit voraussagen konnte. So mag es auch in Osten von Ofen seyn. Immer ist es sichtlich, dafs die nördliche Halbkugel hier einen gröfseren Einfluss hat als die südliche; der geringe Abschnitt in Osten ersetzt nicht, was

tungen von Berlin gedient, welche meinem Aufsatze über die Bewegungen des Barometers zu Berlin (*Ann.* vorig. Stück S. 294) zum Grunde liegen, und bei denen die ganze Windrose in 8 Theile getheilt ist. Sie gaben mir, nach gehöriger Correction, den mittleren Barometerstand in Berlin: bei NO-Wind 336,62‴, bei S-Wind 333,06‴, und also zwischen beiden einen Unterschied von 3,56‴. Die Barometerhöhe kömmt von Westen her sehr viel langsamer als von Osten her zum höchsten Stand, bleibt lange in der Gegend des Culminationspunktes, und sinkt dann schnell wieder auf der Ostseite gegen Süden herab.

Trägt man die jedem einzelnen Winde zukommende Barometerhöhe auf eine Wind-Rose, und sucht nun die allgemeine mittlere Barometerhöhe, so läfst sich diese zwischen den Winden auf der Rose eintragen. Man kommt so zu dem sonderbaren Ausdruck, dafs man die mittlere Barometerhöhe eines Ortes nach ihrer Richtung gegen die Erdpole angeben kann. So läuft die mittlere Barometerhöhe von Berlin von West gen NW nach Ost 30° 57′ 6″ gen SO, oder sehr nahe von W nach OSO; (s. Taf. VIII Fig. 12). Alle jährlichen Veränderungen oscilliren um diese Linie her; man kann sie daher als eine in der Natur begründete, feststehende ansehen, und ihre genaue Bestimmung und Erforschung gehört offenbar zu den meteorologischen Elementen, welche uns obliegt, für jeden Ort unserer Erdfläche eben so sorgfältig, als seine Breite, Länge und Erhebung über die See aufzusuchen.

Wären nur allein südliche (warme) Winde die deprimirenden, und allein Nordwinde die erhebenden, wie man es allenfalls im grofsen Ocean erwarten könnte, so würde die mittlere Barometerhöhe unmittelbar von Ost nach West laufen und die Wind-Rose in zwei gleiche Hälften zertheilen; doch möchte auch schon hierauf die Axen-Umdrehung der Erde ihren Einfluss äufsern, durch welche S- zu SW-Winden, und N- zu NO-Winden verändert werden. Aber es sind die Winde weit mannigfaltiger modificirt durch die Lage und Erhebung der Continente, weil sie, wenn sie höhere Breiten erreichen, ihre Temperatur über Meeren weniger verändern, als über grofse Länderstrecken, welche sich nur langsam von der Erkäl-

tung des Winters zur gröſsern Erwärmung im Sommer heraufheben. In der deprimirenden Hälfte der Wind-Roſe wirken daher vereinigt die ſüdlichen und die Meer-Winde, und man könnte vielleicht dahin kommen, durch einen einfachen Ausdruck, durch eine Linie auf der Wind-Roſe, die Natur des Clima eines Ortes zu beſtimmen, in wie weit es ſich mehr der Natur eines See- oder eines Continental-Clima nähere; eine auch für das praktiſche Leben wichtige Beſtimmung, weil ſie im Voraus angiebt, welche Früchte man ziehen, und welche Büſche und Bäume man dem Winter ohne Schaden ausſetzen darf. Und eine Anſicht dieſer Directionslinie der mittleren Barometerhöhe in verſchiedenen Zeiträumen, würde mit einem Blicke zeigen, ob ſich hier die Zone des See-Clima, wie es in einem groſsen Theile von Europa jetzt wirklich der Fall zu ſeyn ſcheint, in der Breite über die Continente ausdehne, oder ob ſie ſich wieder zuſammen ziehe.

Ich habe daher für mehrere Orte, von denen einige ein ausgezeichnetes See-Clima haben, andere ganz und tief in der Zone des Continental-Clima verſenkt ſind, ähnliche Berechnungen als für Berlin zu machen verſucht, um die Directionslinien ihrer mittleren Barometerhöhen mit einander zu vergleichen. Dieſes hat aber mehr Schwierigkeit, als man Anfangs glauben ſollte. Eine der hauptſächlichſten liegt in der Natur ſelbſt. Wenn der Nordwind lange geweht hat, ſo wird die Atmoſphäre ſchwer, und das Barometer ſteht nun vielleicht viel höher, als es dem mittleren Stande dieſes Windes zukommt. Erſcheinen plötzlich ſüdliche Winde und ziehen das Barometer wieder herab, ſo kömmt die groſse Höhe, welche dieſe Winde vorfinden, ihnen nicht zu; man findet ſie aber doch in den Beobachtungen ihnen zugeſchrieben, und mit Recht. Denn wenn ſoll man anfangen zu glauben, daſs der Südwind nun ohne eine ihm fremde Modification wirke? etwa von der mittleren Barometerhöhe an? aber leicht möglich, daſs er wieder vertrieben wird, ehe er das Barometer zur mittleren Höhe herabgebracht hat, und ſein Einfluſs würde dann ganz verloren gehen. Für ſchnelle Auffindung der Reſultate noch unangenehmer iſt der Fall, wenn ein gewöhnlich deprimirender oder erhebender Wind nur wenige Hundert Fuſs hoch weht. Ein ſolcher vermag

keinen bedeutenden Einfluſs auf die Atmoſphäre auszuüben; iſt vielleicht nur zurückkehrender Wind in groſsen Wirbeln, wie ſie ſtets an den Gränzen vorhanden ſind, an welchen die deprimirende gegen den Pol herauf ſich bewegende Zone, der erhebenden von Norden herab kommenden begegnet, und die ſich über ganze Provinzen ausdehnen können. Dann wird in der That ein NO-Wind das Barometer nieder zu ziehen, ein SW-Wind es zu erheben ſcheinen. Vergleichungen mit correſpondirenden Beobachtungen über einen gröſseren Theil der Erdfläche, zu denen die Manheimer Ephemeriden ſo trefflich Gelegenheit geben, zeigen, welche Wind-Richtung eigentlich die herrſchende war. Ich habe von dieſer Erſcheinung in meinem angeführten Aufſatze mehrere auffallende Beiſpiele gegeben. In den Beobachtungsreihen muſs jedoch offenbar die niedrige Höhe dem NO-, die groſse dem SW-Winde beigeſetzt werden. Ueber ſolche Anomalien wird man nur Herr, durch Ziehung der Mittel aus einer groſsen Reihe von Beobachtungen; aber dann auch ziemlich gewiſs: das Geſetz der Natur tritt am Ende nothwendig aus der Menge der von allen Seiten umher liegenden ſtörenden Einflüſſe hervor. In der That iſt es der Bewunderung werth, wie regelmäſsige Veränderungen von einer ſolchen Kleinheit, daſs wir ſie auf unſern Inſtrumenten, wären ſie uns auch ganz rein gegeben, kaum noch beobachten könnten, durch die Mittel aus einer groſsen Zahl auch nur ſehr oberflächlich angeſtellter Beobachtungen mit gröſster Klarheit hervortreten. Wer möchte es z. B. unternehmen, tägliche Veränderungen von $\frac{1}{10}$ oder gar von $\frac{1}{20}'''$ unmittelbar zu beobchten; die Mittel vieler Beobachtungen geben dieſe Veränderungen ganz deutlich, und um ſo ſchneller, je ſorgfältiger man beobachtet hat.

Eine andere und ſehr bedeutende Schwierigkeit, zu barometriſchen Reſultaten zu gelangen, liegt in der Art, und in der wenigen Sorgfalt, mit welcher ſo häufig die barometriſchen Beobachtungen angeſtellt werden. Man glaubt immer noch, daſs man die Freiheit habe, ſich die Stunden der Beobachtung nach Gefallen zu erwählen, ungeachtet ſchon ſeit mehr als 30 Jahren Chiminello und Planer gezeigt haben, wie genau auch in höheren Breiten die Stunden der täglichen *gröſsten* und kleinſten Höhen des Barometers beſtimmt

ſind; nämlich 10 oder 11 Uhr Vormittags für die gröſste Erhebung, 4 Uhr Nachmittags für den niedrigſten Stand. Da es keine Urſache giebt, eine Stunde vor der andern zu erwählen, wenn man die Wirkung der Winde aufſuchen will, ſo ſind es offenbar dieſe Stunden der täglichen Extreme, welche man zur Beobachtung aufſuchen muſs. Sonſt wird unnöthig mit den Wirkungen der Winde vermengt, was der täglichen Veränderung zukommt. Noch ſchlimmer iſt es, daſs man die Barometer-Beobachtungen nicht auf einerlei Temperatur reducirt; man hat ſogar wohl gemeint, eine ſolche Correction ſey überflüſſig und unnöthig. Wie unumgänglich nothwendig ſie iſt, geht daraus hervor, daſs der Mittelſtand des Barometers aus uncorrigirten Beobachtungen, an demſelben Orte, für verſchiedene Jahre wohl bis auf 2‴ abweichen kann, dagegen corrigirte für jedes Jahr dieſelbe mittlere Barometerhöhe, oft bis zu Hunderttheilen einer Linie, und faſt nie über wenige Zehntheile einer Linie verſchieden, geben.

Die Manheimer Ephemeriden enthalten Beobachtungsreihen von *Petersburg* und von *Moskau;* beides ſind *Continental-Oerter*, deren barometriſche Wind-Roſe, mit der Berliner verglichen, gar ſonderbare Reſultate verſpricht. Allein die Beobachtungen ſind nicht corrigirt, daher gänzlich unbrauchbar. Das Barometer ſteht an dieſen Orten im Sommer in einer Temperatur, welche allein ſchon die Queckſilber-Säule wahrſcheinlich um die ganze Differenz zwiſchen dem mittleren Stande bei N- und S-Wind erhebt, wenn man ſie mit derjenigen vergleicht, in welcher das Barometer den Winter hindurch zu ſtehen pflegt. Ich habe mich daher nach einer beſſer beſtimmten Beobachtungsreihe eines Continental-Ortes umſehen müſſen. Erſt *Ofen* bot ſie mir dar, welches zwar in 47° 29′ Breite, und daher ſchon 5° 4′ ſüdlicher als Berlin, dafür aber auch in einem ausgezeichneten Continental-Clima liegt. Zur Beſtimmung des See-Clima habe ich die Beobachtungen von *Middelburgh* in Seeland, in 51° 31′ Breite liegend, berechnet. Haben auch das vorliegende England und Irland hier wohl ſchon Einfluſs auf das Clima, ſo wirkten ſie doch nicht ſo viel, um nicht manche Eigenheiten der Seelage deutlich bemerken zu laſſen. Von beiden Orten habe ich die Wind-Roſen für dieſelbe Jahresreihe gezeichnet, wie

Taf. VIII

Fig. 1

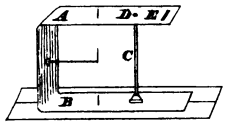


Fig. 2

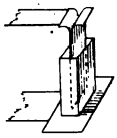


Fig. 3

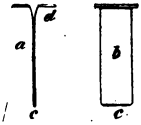
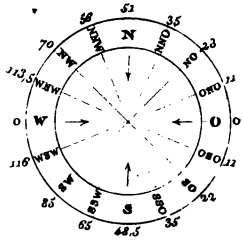


Fig. 4



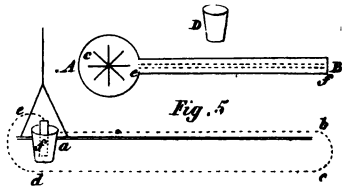


Fig. 5

Fig. 6

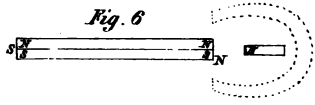


Fig. 7

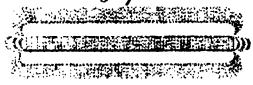


Fig. 8

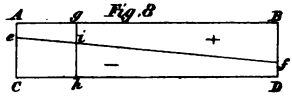


Fig. 9

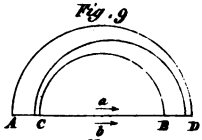


Fig. 10

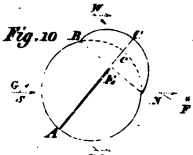
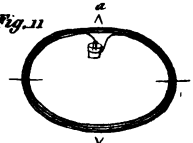
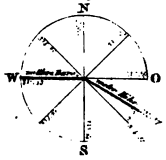
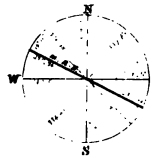


Fig. 11







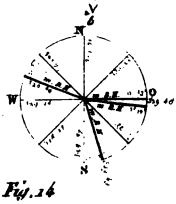


Fig. 12

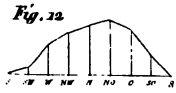


Fig. 13

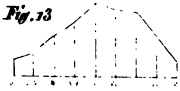
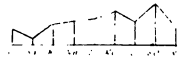
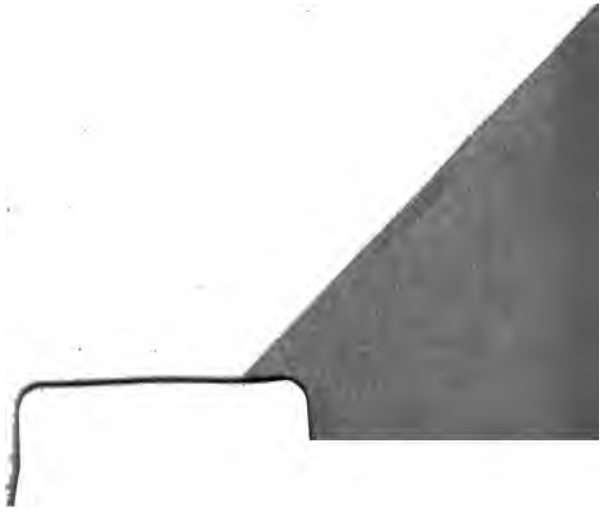


Fig. 14



PHYSICS

530.3
A613
v.67